

Diploma Thesis

Digitization potential in construction process planning from point of view of the general contractor

submitted in satisfaction of the requirements for the degree
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

Diplomarbeit

Digitalisierungspotential in der Bauprozessplanung aus Sicht des Generalunternehmers

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads
Diplom-Ingenieur
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

Mario Ikić, BSc

Matr.Nr.: 01325936

Betreuung: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**
Univ.Ass. Dipl.-Ing. **Alexander Bender**, BSc
Univ.Ass. Dipl.-Ing. **Bettina Chylik**, BSc
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/235-1, 1040 Wien, Österreich

Wien, im Oktober 2022

Kurzfassung

Schlagwörter: Bauprozessplanung, Digitalisierung, Baustelleneinrichtung, Bauzeitplanung, Baudokumentation, Datenflussanalyse

Die vorliegende Diplomarbeit dient zum Zweck der Darstellung des Digitalisierungspotentials in der Bauprozessplanung und – abwicklung. Vor allem richtet sich der Fokus hierbei auf kleine und mittelständische Bauunternehmen, die größtenteils noch konventionelle Methoden bei der Abwicklung von Bauvorhaben (BVH) einsetzen und die Vorteile digitaler Tools nicht kennen. Mit Hilfe eines vom Autor erstellten konventionellen und digitalen Datenflussdiagramms wird eine Prozessanalyse vorgenommen. Dabei werden die Diagramme untersucht und miteinander verglichen. Die Ergebnisse aus diesem Vergleich werden ausführlich aufgezeigt und in einem entsprechenden Balkendiagramm dargestellt. Zu diesem Zweck werden einige der zur Zeit am Markt vorhandenen digitalen Tools vorgestellt und ihr Nutzen für die Bauprozessplanung näher beschrieben.

Die konventionelle Bauprozessplanung, die u.a. die Planung der Baustelleneinrichtung, Bauzeit, und Baudokumentation umfasst, ist in vielen Unternehmen eine alt bewährte Methode zur Abwicklung von BVH. Dazu zählen beispielsweise schriftlich per Hand geführte Protokolle oder Berichte, das Ablegen von Lieferscheinen und eine meistens umständlich geführte Fotodokumentation. Der damit verbundene Arbeitsaufwand des zuständigen Personals ist dabei immens und nicht zu unterschätzen. Gründe für eine konventionelle Arbeitsweise sind u.a. eine Unternehmensphilosophie, welche eine bestimmte Arbeitsweise vorgibt und Personal, das seit mehreren Jahrzehnten die gleiche Herangehensweise hat und kaum digitale Tools im Arbeitsalltag verwendet. Anhand eines realen Projekts wird die konventionelle Bauprozessplanung dargestellt und die einzelnen vorkommenden Tätigkeiten näher beschrieben, um den damit verbundenen Umfang und Aufwand besser verstehen zu können. Ebenfalls wird mit Hilfe von Interviewpartnern, wie Bauleitern, Bautechnikern und Polieren, der Arbeitsalltag und die damit verbundenen Aufgaben der Bauleitung eines Generalunternehmers (GU) für Hochbaubaustellen erhoben. Mit diesen Erkenntnissen wird ein Datenflussdiagramm erarbeitet, in dem alle anfallenden Prozesse dargestellt sind. Anschließend wird mit Hilfe von Experteninterviews, ausführlicher Recherche und Eigenerfahrung des Autors ein weiteres Flussdiagramm erstellt, welches die digitale Bauprozessplanung aufzeigt und den Arbeitsalltag der handelnden Akteure erleichtert. Die zur Verfügung stehenden digitalen Abwicklungsmöglichkeiten bieten zahlreiche Alternativen, den konventionellen Prozessen den Rücken zu kehren und dadurch Fehleranfälligkeiten, Zeit und Kosten zu sparen. Vor allem im Bereich der Baudokumentation gibt es ausreichend Optionen, wie der damit verbundene Arbeitsaufwand minimiert bzw. verbessert werden kann. Im Zuge dieser Diplomarbeit werden mehrere digitale Tools verschiedenster Anbieter vorgestellt und deren Vorteile für die Unternehmen untersucht. Insbesondere wird in Interviews mit den zuständigen Experten näher auf die Anwendungsvielfalt der präsentierten Softwarelösungen eingegangen. Die Ursachen für den noch stockenden digitalen Umschwung werden dabei ebenfalls diskutiert.

Der stetige Digitalisierungsfortschritt, der im Alltag überall voranschreitet, wird auch zukünftig die Baubranche immer mehr prägen. Aus diesem Grund ist es umso wichtiger, kleine und mittelständische Unternehmen davon zu überzeugen, dass ein digitaler Umschwung unumgänglich ist, um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben.

Abstract

Keywords: construction process planning, digitization, construction site equipment, construction time planning, construction documentation, data flow analysis

The purpose of this diploma thesis is to present the digitization potential in the planning and execution of the construction process. Above all, the focus here is on small and medium-sized construction companies, most of which still use conventional methods to process construction projects and are not aware of the advantages of digital tools. A process analysis is carried out with the help of a conventional and digital data flow diagram created by the author. The diagrams are examined and compared with each other. The results from this comparison are detailed and presented in a corresponding bar chart. For this purpose, some of the digital tools currently available on the market are presented and their use for construction process planning is described in more detail.

The conventional construction process planning, which includes planning the construction site facilities, construction time and construction documentation, is a tried and tested method for handling construction projects in many companies. This includes, for example, hand-written logs or reports, the filing of delivery notes and mostly cumbersome photo documentation. The associated workload of the responsible personnel is immense and should not be underestimated. Reasons for a conventional way of working are, among other things, a corporate philosophy that specifies a certain way of working and staff that have had the same approach for several decades and hardly ever use digital tools in their everyday work. Using a real project, the conventional construction process planning is presented and the individual activities are described in more detail in order to better understand the associated scope and effort. Also, with the help of interview partners, such as construction managers, construction technicians and foremen, the everyday work and the associated tasks of the construction management of a general contractor for building construction sites are surveyed. With these findings, a data flow diagram is developed in which all the processes involved are shown. Then, with the help of expert interviews, extensive research and the author's own experience, another flowchart is created, which shows the digital construction process planning and facilitates the everyday work of the actors involved. The available digital processing options offer numerous alternatives to turn your back on conventional processes and thus save time and money, susceptibility to errors. Especially in the area of construction documentation, there are sufficient options for minimizing or improving the associated workload. In the course of this diploma thesis, several digital tools from various providers are presented and their advantages for companies are examined. In particular, in interviews with the responsible experts, the variety of applications of the presented software solutions is discussed in more detail. The reasons for the still faltering digital turnaround are also discussed.

The constant progress in digitization, which is progressing everywhere in everyday life, will continue to shape the construction industry more and more in the future. For this reason, it is all the more important to convince small and medium-sized companies that a digital transformation is essential to remain competitive in the future.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Motivation	9
1.2	Forschungsfragen	10
1.3	Forschungsmethodik	10
1.4	Begriffsbestimmungen	10
1.5	Abkürzungsverzeichnis	11
2	Allgemeiner Baubetrieb	13
2.1	Auftraggeber und Projektakquisition	13
2.2	Kalkulation und Angebotserstellung	15
2.2.1	Projektauswahl für die Angebotslegung	15
2.2.2	Kalkulation im Baubetrieb	16
2.2.3	Angebotskalkulation	17
2.2.4	Angebotsabgabe	18
2.2.5	Auftragskalkulation	18
2.2.6	Arbeitskalkulation	19
2.3	Arbeitsvorbereitung	19
2.3.1	Kosten in der Arbeitsvorbereitung	20
2.3.2	Baustelleneinrichtung	20
2.3.3	Bauzeitplanung	26
2.3.4	Nachunternehmer	31
2.4	Bauerfolgsrechnung	32
2.4.1	Aufwand und Ertrag	33
2.4.2	Abgrenzungen	34
2.5	Rechnungslegung	34
2.5.1	Abschlags- bzw. Teilrechnungen	35
2.5.2	Schlussrechnung	36
2.5.3	Weitere Rechnungsarten	36
2.5.4	Sicherstellungen	36
2.6	Qualitätssicherung und Dokumentation	37
2.6.1	Qualitätssicherung im Bauverfahren	37
2.6.2	Qualitätsanforderungen ausführender Unternehmen	38
2.6.3	Dokumentation im Bauwesen	38
2.6.4	Bauspezifische Dokumentationsmöglichkeiten	40
2.7	Leistungsabweichungen und Änderungen	42
2.7.1	Ursachen und Folgen	42
2.7.2	Korrekte Vorgehensweise bei Mehrkostenforderungen	42
2.8	Projektabschluss und Mängelmanagement	43
3	Konventionelle Bauprozessplanung	47
3.1	Projektherangehensweise	47

3.2	Baustelleneinrichtung	51
3.2.1	Standortwahl für den Kran	52
3.2.2	Berechnung des Lastmoments und der Kranhöhe	52
3.2.3	Bemessung der Sozialeinrichtungen auf der Baustelle	55
3.2.4	Sonstige relevante Komponenten für die Baustelleneinrichtung	57
3.2.5	Baustelleneinrichtung zu unterschiedlichen Bauphasen	58
3.3	Bauzeitplanung	65
3.3.1	Bauzeit Phase 1	65
3.3.2	Bauzeit Phase 2	66
3.3.3	Bauzeit Phase 3	67
3.3.4	Bauzeit Phase 4	68
3.4	Baudokumentation	69
3.4.1	Beweissicherung vor Baubeginn	69
3.4.2	Dokumentation in der Ausführungsphase	70
3.5	Datenflussdiagramm in der konventionellen Bauprozessplanung	76
4	Digitale Bauprozessplanung	83
4.1	Baustelleneinrichtung	83
4.2	Bauzeitplanung	84
4.3	Baudokumentation	85
4.4	Plankontrolle und Mängelmanagement	89
4.5	Projektmanagement Plattform	90
4.6	Datenflussdiagramm in der digitalen Bauprozessplanung	90
4.6.1	Gegenüberstellung der Datenflussdiagramme	96
4.6.2	Ausblick – zukünftiger Alltag der Bauleitung	97
5	Zusammenfassung und Ausblick	99
5.1	Beantwortung der Forschungsfragen	100
5.2	Ausblick und weitere Forschungstätigkeiten	102
A		113
A.1	Verhandlungsprotokoll für Subunternehmer	113
A.2	Datenblatt einer Vollfertigteilwand für das vorgegebene Bauvorhaben	114
A.3	Bauzeitplan für das vorgegebene Bauvorhaben	115
A.4	Bautagesbericht über Modocu	116
A.5	Bautagesbericht über Capmo	117

Kapitel 1

Einleitung

Die Bauprozessplanung ist in den meisten kleinen und mittelständischen Bauunternehmen ein traditionelles und fest verankertes Ablaufverfahren. Die notwendigen Schritte in der Ausführung sind bekannt und werden mit Anpassungen für jedes Projekt übernommen. Die Verwendung neuer digitaler Softwarelösungen hält sich dabei allerdings noch in Grenzen. Vor allem im Bereich der Baustelleneinrichtung, der Bauzeitplanung und der Baudokumentation ist Verbesserungspotenzial vorhanden. Prozesse können optimiert werden, um letztendlich Zeit und damit verbundene Kosten zu sparen. Die Fülle an Möglichkeiten ist aufgrund des stetigen technologischen Fortschritts nahezu endlos. Ein Umstieg von der konventionellen auf die digitale Bauprozessplanung ist für ein modernes Unternehmen unumgänglich. Änderungen müssen so rasch wie möglich vorgenommen werden, um auch in Zukunft wettbewerbsfähig bleiben zu können. Die vorliegende Diplomarbeit stellt den Vergleich zwischen konventioneller und digitaler Bauprozessplanung dar und zeigt die Vielzahl an Digitalisierungsmöglichkeiten auf. Der Autor setzt sich im Zuge dieser Gegenüberstellung zum Ziel, auf das gegebene Verbesserungspotenzial bei nondigitalen, als auch digitalen, Prozessen hinzuweisen. Aus den resultierenden Einblicken kann entsprechend Verbesserungspotenzial für den Arbeitsalltag eines Bauleiters¹ abgeleitet werden.

1.1 Motivation

Die Kunst des Bauens und die stetige Entwicklung neuer Fertigungsverfahren war, ist und wird immer ein prägender Prozess in unserer Gesellschaft sein. Doch nicht nur die Errichtung eines Bauwerks, sondern auch das gesamte damit verbundene Abwicklungsmanagement, stellt Herausforderungen dar. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird anhand eines realen Bauprojekts die konventionelle Bauprozessplanung ausgearbeitet. Das Ziel ist einerseits, das mögliche Digitalisierungspotenzial abzuleiten und andererseits die Herausforderungen aufzuzeigen, mit denen sich ein Bauleiter aktuell auseinandersetzen muss. Alle wichtigen Schritte die vor, während und nach dem Ausführungsprozess aufkommen, sollen dargestellt und erläutert werden, um einen Überblick darüber zu vermitteln, welche Arbeiten tatsächlich notwendig sind, um ein Bauvorhaben realisieren zu können.

In Anbetracht neuer technologischer Mittel sind einige Prozesse der Bauprozessplanung bereits digital umsetzbar. Diese Digitalisierungen werden allerdings kaum von kleinen und mittelständischen Bauunternehmen genutzt. Ziel muss daher die Umstellung und Implementierung digitaler Methoden sein, da die Digitalisierung in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen wird. Die Vor- und Nachteile dieser möglichen Umstellung gilt es im Zuge der konventionellen–digitalen Gegenüberstellung ersichtlich und vergleichbar zu machen. Hierbei wird auch eine sinnvolle Implementierung digitaler Softwareprodukte in den tatsächlichen Ausführungsprozess hinterfragt und geprüft.

¹Genderhinweis: Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird ausschließlich entweder die maskuline oder feminine Form gewählt, welches keineswegs die Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts impliziert.

1.2 Forschungsfragen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit gilt es die folgenden Forschungsfragen zu beantworten:

1. Welche Digitalisierungsmaßnahmen können im Rahmen dieser Diplomarbeit für die Bauprozessplanung erhoben werden? Welche Vor- und Nachteile bringen diese mit sich? Wie können diese Softwarelösungen von den Bauunternehmern genutzt werden?
2. Kann eine derartige Umstellung von konventionellen zu digitalen Prozessen problemlos durchgeführt werden? Wie sollte eine solche Umstellung in einem Unternehmen bestenfalls erfolgen? Kann dazu eine Handlungsempfehlung gegeben werden?
3. Führt die Digitalisierung mit Hilfe der verwendeten Softwareprogramme zu einer Reduzierung der notwendigen Prozessschritte in der Bauprozessplanung? Kann dadurch der damit verbundene Arbeitsaufwand für die Beteiligten verringert werden? Falls dies möglich ist, kann dazu ein Ausmaß angegeben werden?
4. Können im Rahmen dieser Diplomarbeit Bereiche identifiziert werden, in denen die Digitalisierung der Bauprozessplanung noch weiter ausgebaut werden kann? Gibt es Programme, die eine durchgängige Lösung von der Planung bis zum Ende der Bauausführung bieten? Wie konsistent kann der Softwarebestand aktuell eingeschätzt werden?

1.3 Forschungsmethodik

Die Beantwortung der zuvor definierten Forschungsfragen erfolgt zunächst mit einer ausführlichen Literaturrecherche. Dadurch sollen nicht nur sämtliche notwendigen Elemente der Bauprozessplanung aufgezeigt und beschrieben werden, sondern dem Leser auch ein besserer Überblick über den damit verbundenen Themeninhalt gegeben werden. Im zweiten Teil der Diplomarbeit erfolgt die Ausarbeitung der Datenflussdiagramme. Die Erstellung des Flussdiagramms für die konventionelle Bauabwicklung erfolgt mit Hilfe erfahrener Bauleiter aus mittelständischen Baubetrieben und aus Erfahrungswerten des Autors. Mit den erhaltenen Erkenntnissen wird der gesamte Bauablauf, sowie die damit verbundenen Prozesse optisch dargestellt. Dabei gilt es vor allem jene Arbeitsschritte abzubilden, welche vor allem papierlastig und manuell erfolgen. Im nächsten Schritt wird mittels Interviewpartnern der jeweiligen Softwareanbieter und deren zur Verfügung gestellten Testversionen das digitale Flussdiagramm erstellt. Hierbei wird sowohl die konventionelle, als auch die digitale Bauprozessabwicklung anhand eines realen Bauvorhabens in einem Organigramm gegenübergestellt und verglichen. Letztlich wird in einem Balkendiagramm das Reduzierungspotential der vorkommenden Prozesse quantitativ dargestellt.

Ziel ist es, auf bereits mögliche digitale Prozesse hinzuweisen und zusätzlich Potential für weitere digitale Verbesserungen zu finden. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse, wird auf die zukünftige Entwicklung der Bauprozessplanung und die Auswirkungen auf den Beruf des Bauleiters näher eingegangen.

1.4 Begriffsbestimmungen

Baugeräteliste: In der Baugeräteliste (BGL) lassen sich grundsätzlich alle notwendigen Baumaschinenarten und Baugeräte mit den dazugehörigen Kennwerten finden, welche sowohl für die Ausführung der Bauarbeiten, als auch für die Baustelleneinrichtung benötigt werden.²

²Vgl. [3] Bauverlag BV GmbH

BPMN: Die Business Process Model and Notation (BPMN) beschreibt mit Hilfe von bestimmten Symbolen und Verknüpfungen Prozesse und wird u.a. für die zeitlich-logische Darstellung dieser verwendet.³

Akquisition: Akquisition bedeutet das Gewinnen und Eruiere potentieller Kunden und Aufträge mit allen dazu notwendigen und eingesetzten Mitteln.⁴

Preisspiegel: Ein Preisspiegel wird in der Baubranche dazu verwendet, Preise tabellarisch nebeneinander anzuführen, gegenüberzustellen und miteinander zu vergleichen.⁵

Baustelleneinrichtung: Die Baustelleneinrichtung umfasst all jene Elemente, welche vor Ort notwendig sind, um die geplanten Arbeiten ausführen zu können und muss stets dem Anforderungsprofil der Baustelle entsprechen.⁶

Generalunternehmer: Ein Generalunternehmer (GU) ist derjenige, der ein geplantes und beauftragtes Bauvorhaben (BVH) tatsächlich ausführt. Mit Hilfe der von ihm beauftragten Nachunternehmern führt er die gewünschte Ausführungsleistung durch. Der GU unterliegt dem Auftraggeber (AG) und handelt nach dessen Anweisungen.⁷

SOLL/IST-Vergleich: Der SOLL/IST-Vergleich, dient zur Kontrolle der vertraglich vereinbarten SOLL-Werte mit den ausgeführten IST-Werten. Mit diesem Vergleich können beispielsweise Abweichungen festgestellt werden, um anschließend entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten zu können.⁸

1.5 Abkürzungsverzeichnis

AG Auftraggeber

AK Arbeitskalkulation

AN Auftragnehmer

AT Arbeitstage

AVOR Arbeitsvorbereitung

AW Aufwandswert

BauV Bauarbeiterschutzverordnung

BGL Baugeräteleiste

BPMN Business Process Model and Notation

BVH Bauvorhaben

BZPL Bauzeitplan

FT Fertigteile

³Vgl. [13] Freund und Rücker, S. 7 ff.

⁴Vgl. [7] CentralStationCRM

⁵Vgl. [2] bauprofessor.de

⁶Vgl. [10] Duschel et al., S. 88 ff.

⁷Vgl. [11] Flener, S. 9

⁸Vgl. [22] Kochendörfer et al., S. 147

GU Generalunternehmer

GuV Gewinn- und Verlustrechnung

LS Lieferscheine

LV Leistungsverzeichnis

LW Leistungswert

MKF Mehrkostenforderungen

QM Qualitätsmanagement

QS Qualitätssicherung

TG Tiefgeschoss

WNF Wohnnutzfläche

ÖBA Örtliche Bauaufsicht

Kapitel 2

Allgemeiner Baubetrieb

Der Baubetrieb im Rahmen der Abwicklung eines Bauvorhabens steht im Zeichen von Technologie, Bauausführung und Wirtschaftlichkeit. Er führt verschiedenste Produktionsfaktoren, wie menschliche Arbeitsleistung, Betriebsmittel und Werkstoffe mit Hilfe von dispositiven Tätigkeiten zusammen. Damit verbundene Aufgaben, wie die Führung, Planung, Organisation und Überwachung sind dabei essentiell.⁹ Ein Bauunternehmen hat bei der Erstellung eines Bauwerks, im Gegensatz zu stationären Industrie- oder Fertigungsbetrieben, stets wechselnden Anforderungen gerecht zu werden, da jedes Bauvorhaben (BVH) ein Unikat und kein Serienprodukt darstellt. Wechselnde Herstellungsverfahren und veränderliche Preise sind ebenfalls Aspekte, die es bei der Planung und Ausführung zu berücksichtigen gilt. Unvorhersehbares, wie Baugrund, Witterungsverhältnisse oder wechselndes Personal, kann ein Projekt stark beeinflussen.¹⁰

Die ständig wechselnden Faktoren zur Erstellung eines Bauwerks sollten im Vergleich zu anderen Branchen aber keineswegs als Nachteil gesehen werden. Viel mehr ist genau dies das Wesentliche, womit sich die Baubranche von anderen Industrien abhebt und sich ein seriöses Bauunternehmen auszeichnen kann.

Die nächsten Kapitel behandeln die Vorgehensweise eines Bauunternehmens im Zuge der gesamten Projektabwicklung. Mit Hilfe der aktuellen Literatur werden wichtige Themen, wie die Akquisition von Bauprojekten, die Arbeitsvorbereitung (AVOR), die Rechnungslegung und das Mängelmanagement näher erläutert. Ziel ist es, einen Überblick über die Vielfalt und den Tätigkeitsbereich eines Baubetriebs zu erhalten.

2.1 Auftraggeber und Projektakquisition

Die Liste eines möglichen Auftraggeber (AG) ist recht überschaubar. Laut Kropik [27] und dem Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (BVerG 2018) lassen sich Bauherrn und Investoren in folgende Gruppen unterteilen:¹¹

- private Auftraggeber
- öffentliche Auftraggeber
- Sektorenauftraggeber

Zu den privaten Auftraggebern zählen z.B. Privatpersonen, Vereine, die Kirche und Bauträgergesellschaften. Öffentliche Auftraggeber sind beispielsweise Bund, Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände. Sie unterliegen dem Bundesvergabegesetz (§4 Abs.1 BVerG). Sektorenauftraggeber sind im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung für die Allgemeinheit tätig. Ihr Geltungsbereich ist ebenfalls im Bundesvergabegesetz (§166 BVerG) zu finden.¹¹

⁹Vgl. [31] Müller und Goger, S. 4

¹⁰Vgl. [10] Duschel et al., S. 1

¹¹Vgl. [27] Kropik, S. 4 ff.

Für kleine und mittelständische Bauunternehmen besonders wichtig sind private Auftraggeber. Der Fokus liegt vor allem auf Einfamilienhausprojekte und kleinere Wohnhausanlagen von Bauträgern oder einzelnen Personen. Aufgrund der Unternehmensgröße und des damit verbundenen Arbeitsaufwands, können sich kleinere Betriebe hier keinen Wettkampf mit größeren Unternehmen leisten, weshalb größere und öffentlich ausgeschriebene Projekte nur selten in Frage kommen.

Laut Girmscheid [14] beginnt die Akquisition von Ausschreibungen bzw. Projekten nach der zuvor erfolgten Planungsphase. Üblicherweise erfolgt die Ausschreibung mittels Leistungsverzeichnis (LV) oder funktionaler Beschreibung mit den dafür relevanten und notwendigen Plänen. Bauunternehmen haben die Möglichkeit, Anfragen und Angebote aktiv oder passiv einzuholen. Die passive Variante der Kundengewinnung ist vor allem bei kleinen und mittelständischen Bauunternehmen häufiger der Fall. Dies hängt damit zusammen, dass das Bauunternehmen erst durch die Nachfrage bzw. Einladung des Bauherrn auf ein Projekt aufmerksam gemacht wird und daraufhin ein Angebot abgibt. Ziel muss jedoch die aktive Kundengewinnung sein, um sich am Markt durchsetzen zu können und nicht von Anfragen abhängig zu sein. Die aktive und passive Akquisition unterscheiden sich voneinander wie folgt:¹²

- aktive Akquisition
 - bereits gewonnene Kunden regelmäßig kontaktieren
 - Beratungsleistungen für Auftraggeber, Architekten und Ingenieure anbieten
- passive Akquisition
 - Ausschreibungsplattformen nach interessanten Projekten durchsuchen
 - Abbonnentenservice mit zuvor selektierten Projekten nutzen

Heutzutage setzen viele Unternehmen in puncto Marketing auf ihr *Key Account Management*, um lukrative Projekte zu akquirieren. Das Key Account Management umfasst den Kontakt, die Ausweitung und die Betreuung von Schlüsselkunden, um frühestmöglich Informationen bzgl. geplanter Bauvorhaben zu erhalten und ein entsprechendes Angebot abgeben zu können. Dadurch verschafft man sich einen Vorteil gegenüber der Konkurrenz und erhöht die Chancen auf eine Auftragserteilung. In einem modernen Bauunternehmen sollte deshalb der jeweilige Projekt- und Bereichsleiter genau diese Tätigkeiten des Key Account Managements ausführen.

Eine andere und weit verbreitete Möglichkeit, um an Ausschreibungen teilzunehmen, sind E-Commerce-Plattformen. Viele Bauträger und Bauherrn veröffentlichen alle notwendigen Projekt- und Ausschreibungsunterlagen auf digitalen Plattformen. Diese sind für die Bauunternehmen online zugänglich. Ausführenden Firmen bietet sich so die Möglichkeit Informationen zu mehreren Projekten zu erhalten und je nach Belieben Angebote für diese abzugeben. Natürlich bedeutet diese Möglichkeit eine größere Konkurrenz, gegen die es sich durchzusetzen gilt. Dies ist bedingt durch die größere Reichweite elektronischer Plattformen, welche demzufolge von mehreren Bauunternehmen genützt werden können.¹²

Bei kleinen und mittelständischen Unternehmen ist es ebenso möglich, dass aufgrund gemeinsamer Projekte mit vorherigen Bauherrn weitere Bauvorhaben folgen. Essenziell dabei ist, stets den Kontakt mit einstigen Projektpartnern und Auftraggebern (AG) zu pflegen, um auch in Zukunft von möglichen Bauvorhaben profitieren zu können.

¹²Vgl. [14] Girmscheid, S. 15 ff.

2.2 Kalkulation und Angebotserstellung

Der Kalkulationsaufwand und die Erstellung eines Angebots variieren stets von Projekt zu Projekt. Der Aufwand ist von der Größe und der Komplexität des geplanten Vorhabens abhängig und kann dementsprechend viel Zeit in Anspruch nehmen. Die dadurch entstandenen Bearbeitungskosten stellen einen wesentlichen Teil der allgemeinen Geschäftskosten dar und müssen vom Bieter getragen werden. Um diese allgemeinen Geschäftskosten senken zu können, sollte ein Unternehmen stets versuchen, das Verhältnis zwischen der Anzahl an Aufträgen und Angeboten zu verbessern. Damit nicht aufwendig und umfangreich erstellte Angebote in Absagen enden, ist es notwendig, unternehmensinterne Auswahlkriterien für Projekte zu definieren. Mit einer klaren Darstellung der folgenden Aspekte erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Auftragserteilung um ein Vielfaches:¹³

- Konkurrenzsituation
- Kundenbeziehungen
- verfügbare Kapazitäten
- Aufwand für Angebotserstellung
- Risiken
- Gewinnpotential

Ein guter und erfahrener Kalkulant versteht es, die oben aufgezählten Punkte praktisch anzuwenden und nur Angebote für wirtschaftlich durchführbare Bauvorhaben zu erstellen. Aus diesem Grund ist die Projektauswahl ebenfalls ein wesentlicher Faktor, damit ein Bauunternehmen stets mit ausreichend Aufträgen versorgt ist. In den nachfolgenden Abschnitten wird detaillierter auf die richtige Projektauswahl und die damit verbundenen Kalkulationsverfahren eingegangen.

2.2.1 Projektauswahl für die Angebotslegung

Für potenzielle Auftragnehmer (AN) spielen Projektart, –größe und –region eine wesentliche Rolle bei der Erstellung von Angeboten. Bevor an einer Ausschreibung teilgenommen wird, ist abzuwägen, ob die Art des Projekts dem Tätigkeitsbereich des Bauunternehmens entspricht. Die Größe eines Bauvorhabens ist bei der Akquirierung von enormer Bedeutung, da der firmeninterne Ressourcenbedarf nicht überschritten werden darf. Bereits vor der Angebotserstellung muss feststehen, ob genügend Ressourcen im Unternehmen vorhanden sind, um das geplante Vorhaben realisieren zu können. Bei der Auswahl von möglichen Projekten sind die Grenzen sowohl nach oben als auch nach unten hin definiert.

Die Region stellt bei der Auswahl von Ausschreibungen ebenfalls ein wichtiges Kriterium dar. Entscheidend ist vor allem die Entfernung zwischen Bauort und Unternehmensstandort. Die dabei zusätzlich entstehenden Problemstellungen, wie erhöhte Personalkosten aufgrund längerer Wegzeiten oder eventueller Übernachtungen, höherer Transportkosten und regional besonderer Gegebenheiten sind vor der Erstellung des Angebots zu prüfen und zu bewerten.¹⁴

Entscheidet sich das Unternehmen zur Angebotslegung, muss im nächsten Schritt die Kalkulation für das Projekt erfolgen.

¹³Vgl. [14] Girmscheid, S. 27

¹⁴Vgl. [14] Girmscheid, S. 32 f.

2.2.2 Kalkulation im Baubetrieb

Die Kalkulation ist ein wesentlicher Bestandteil der baubetrieblichen Kostenrechnung und dient zur Erfassung aller im Zuge einer Bauleistung entstehenden Kosten. Sie ist im Gegensatz zur Finanzbuchhaltung durch keine rechtlichen Vorschriften bestimmt.¹⁵ Eine Kalkulation gliedert sich, wie in Abb. 2.1 ersichtlich, in Vor-, Arbeits- und Nachkalkulation. Bei einer Angebotserstellung sollte vor allem die Vorkalkulation, welche die Angebots- und Auftragskalkulation umfasst, im Vordergrund stehen. Darin sind sämtliche anfallenden Kosten für ein Bauprojekt beinhaltet. Das Ergebnis der Vorkalkulation ist die Grundlage für Verhandlungsgespräche mit möglichen Bauherrn.¹⁶

Für die Erstellung einer Kalkulation ist in jedem Unternehmen die Kalkulationsabteilung, bei kleineren Unternehmen ein Kalkulant, verantwortlich. Einzel- und Gemeinkosten zu trennen, Risiken kostenmäßig zu beurteilen und nachvollziehbar aufzubereiten, stellen dabei eine wesentliche Aufgaben dar. Die Grundlage dafür bilden sämtliche vom potenziellen AG zur Verfügung gestellten Projektunterlagen.¹⁷ Daraus resultierend lässt sich das in Tab. 2.1 dargestellte Kalkulationsschema ableiten.

	Einzelkosten der Teilleistungen
+	Gemeinkosten der Baustelle
=	Herstellkosten
+	Allgemeine Geschäftskosten
=	Selbstkosten
+	Wagnis und Gewinn
=	Netto-Angebotssumme
+	Umsatzsteuer
=	Brutto-Angebotssumme

Tab. 2.1: Kalkulationsschema bis zur Angebotssumme (Quelle: Bauer [1, S. 651])

Unter Einzelkosten sind beispielsweise Lohn- unter Materialkosten zu verstehen. Die Gemeinkosten der Baustelle lassen sich den Teilleistungen nicht zurechnen, sondern müssen diesen gesondert in Form von Zuschlägen, hinzugerechnet werden. Die Allgemeinen Geschäftskosten entstehen nicht erst im Zuge des Projekts, sondern durch das allgemeine Betreiben eines Unternehmens. Zum Schluss wird noch aufgrund von Unternehmensrisiken und Sicherungsmaßnahmen Wagnis und Gewinn den Selbstkosten hinzugerechnet und dadurch eine Netto-Angebotssumme ermittelt.¹⁸

¹⁵ Vgl. [28] Kropik, S. 4

¹⁶ Vgl. [21] Jacob et al., S. 14

¹⁷ Vgl. [14] Girmscheid, S. 78 f.

¹⁸ Vgl. [1] Bauer, S. 652 ff.

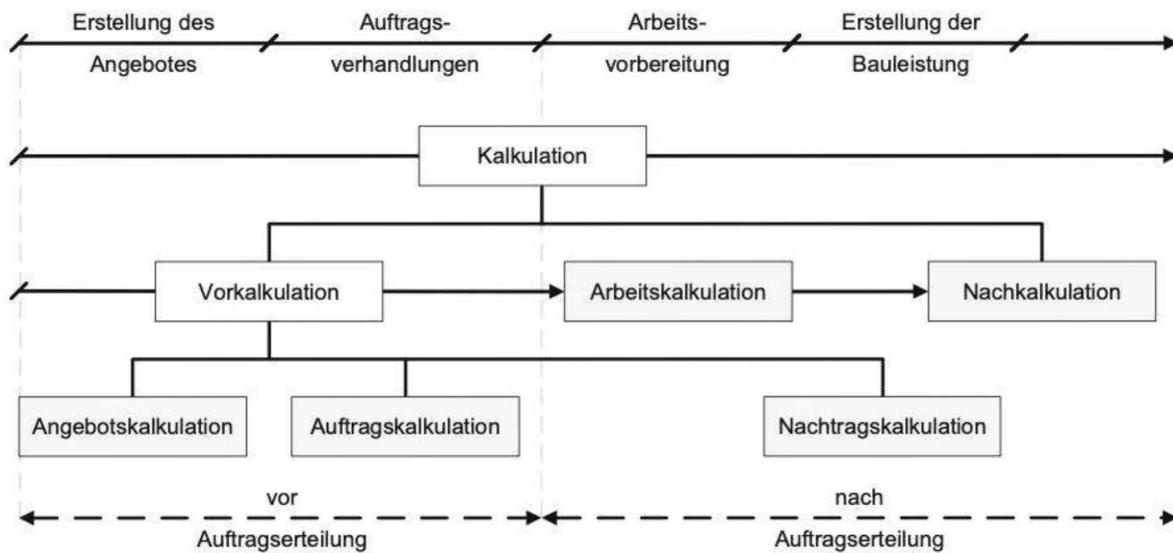


Abb. 2.1: Gliederung der Kalkulation vor und nach Auftragserteilung (Quelle: Jacob et al. [21, S. 14])

2.2.3 Angebotskalkulation

Die Angebotskalkulation ist ein entscheidender Faktor bei der Akquisition von Bauaufträgen. Ziel dabei ist die aufkommenden Kosten möglichst verursachungsgemäß den Kostenträgern zuzuordnen.¹⁹ Sie dient in erster Linie der Ermittlung der zu erwartenden Selbstkosten. Erfahrungswerte aus bereits abgeschlossenen Projekten sind notwendig, um eine gute Ausgangssituation bei der Kostenermittlung zu gewährleisten.²⁰

Welche Kosten zu ermitteln sind, kann dem Leistungsverzeichnis (LV) entnommen werden. In der Regel ist dieses den Ausschreibungsunterlagen beigelegt. Wird statt einem LV allerdings nur eine funktionale Beschreibung ausgegeben, in welcher die Nutzungs- und Qualitätsanforderungen für das geplante Projekt vorgegeben sind, muss das Bieterunternehmen selbstständig ein individuelles und dazu passendes LV erstellen.²¹

Grundsätzlich unterscheidet die Angebotskalkulation zwischen:^{22,23}

- Einzelkosten – direkt zuordenbare Kosten, wie Lohnkosten, Gerätekosten und Kosten für Baustoffe.
- Gemeinkosten – Kosten, die den einzelnen Teilleistungen nicht direkt zugeordnet werden können, wie das Einrichten und Räumen der Baustelle, Vorhaltekosten und Kosten der Bauleitung vor Ort.

Bauprojekte, die sich beispielsweise über mehrere Jahre erstrecken, stellen eine gewisse Herausforderung in der Angebotskalkulation dar. Hierbei muss im Vorfeld eine zuverlässige Abschätzung

¹⁹Vgl. [15] Girmscheid et al., S. 149

²⁰Vgl. [14] Girmscheid, S. 82

²¹Vgl. [29] Leimböck et al., S. 2

²²Vgl. [1] Bauer, S. 651

²³Vgl. [29] Leimböck et al., S. 20 ff.

der Preisentwicklung am Markt für Baustoffe und Baumaschinen getroffen werden. Preisgleitungs-klauseln für AG und AN sind in solchen Fällen ein nützliches Instrument.²⁴ Dabei handelt es sich um Absicherungsmaßnahmen infolge von Lieferengpässen und die damit verbundene Erhöhungen der Rohstoffpreise. Damit der AN nicht die zusätzlich entstandenen Kosten alleine trägt, werden solche Klauseln zwischen den Vertragspartnern vereinbart.²⁵

2.2.4 Angebotsabgabe

Nach der Kalkulation und deren Überführung in ein Angebot, ist dieses zunächst auf Plausibilität zu prüfen. Hierfür setzt man beispielsweise die Hauptmassen (z.B. Stahlbetonmassen) in Relation zur Bauwerksfläche [m²]. Daraus lässt sich ein Quadratmeterpreis ableiten, welcher mit vorherigen Projekten verglichen werden kann. Eine weitere Möglichkeit ist es, dass Verhältnis von direkten Kosten zu den Kosten der Baustelleinrichtung zu bilden. Weicht dieses Verhältnis von bereits abgeschlossenen Projekten grob ab, lässt sich daraus schließen, dass möglicherweise Kosten vergessen wurden oder eine Optimierung des gewählten Bauverfahrens vorgenommen werden muss. Werden keine Auffälligkeiten festgestellt, folgt die Entscheidung über die Höhe der Gewinnspanne und des Risikozuschlags. Dies fällt in der Regel in den Tätigkeitsbereich der Geschäftsleitung. Ziel dabei ist es, ein passendes Angebot abzugeben, damit nicht nur eine Beauftragung erfolgt, sondern auch entsprechend gut gewirtschaftet werden kann. Letztendlich müssen dem Angebot noch alle vom Projektpartner verlangten Unterlagen beigelegt werden. Dabei handelt es sich zumeist um Terminpläne, Beschreibungen der Bauabläufe und Kalkulationsannahmen. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Angebot in einer qualitativ möglichst hochwertigen Form gestaltet und zeitgerecht bis zum Abgabetermin dem Bauherrn übermittelt wird. Verspätete Abgaben führen in der Regel zu einem Ausschluss des Angebots.²⁶

Um ein seriöses Erscheinungsbild beim AG zu hinterlassen und ein positives Image zu vermitteln, gilt es unvollständige Angebote und Angaben sowohl bei Hauptpositionen, als auch Eventualpositionen zu vermeiden. Deshalb gilt es, dass erstellte Angebot nochmals zu prüfen bevor es abgegeben wird.²⁷

2.2.5 Auftragskalkulation

Aufbauend auf die Angebotskalkulation folgt die Auftragskalkulation. Sie wird noch unmittelbar vor der Auftragserteilung vorgenommen. Bei öffentlichen Vergaben besteht anfangs noch kein Unterschied zwischen der Angebots- und Auftragskalkulation, da Preisverhandlungen nicht gestattet sind. Sehr wohl aber sind Vergabeverhandlungen mit privaten Auftraggebern erlaubt. Sämtliche in einem Vergabegespräch besprochene Punkte werden in die Auftragskalkulation übernommen. Dabei handelt es sich zumeist um Preisnachlässe, Qualitäts-, Leistungs- und Mengenänderungen, welche in die Kalkulation eingearbeitet werden. Die Abweichung zur Angebotskalkulation kann dabei durchaus groß ausfallen. Letztendlich ist die Auftragskalkulation das Resultat, welches die Konditionen der zu erbringenden Bauleistungen beschreibt. Alle anfallenden Baustelleneinkosten, Stundensätze für Aufsicht und Leitung, sowie alle Positionspreise im LV, sind in die Auftragskalkulation eingearbeitet und bewertet. Diese bildet somit nicht nur die Basis für die Abrechnung mit dem AG, sondern auch die Preisgrundlage für spätere gewünschte oder notwendige Nachträge.^{28,29} Erfolgt die Angebotsabgabe mit einer Auftragserteilung, so müssen

²⁴Vgl. [29] Leimböck et al., S. 9

²⁵Vgl. [45] WKO

²⁶Vgl. [14] Girmscheid, S. 87 ff.

²⁷Vgl. [21] Jacob et al., S. 77

²⁸Vgl. [15] Girmscheid et al., S. 120 f.

²⁹Vgl. [4] Berner et al., S. 165

alle anfallenden Kosten über den gesamten Bauablauf in der Arbeitskalkulation genauesten verfolgt werden.

2.2.6 Arbeitskalkulation

Auf die Angebots- und Auftragskalkulation folgt die Arbeitskalkulation (AK). Sie zählt zu den wichtigsten Controllinginstrumenten und dient in erster Linie dazu, die vorgegebenen Soll-Kosten im Laufe des Bauprojekts stets im Auge zu behalten und nicht zu überschreiten. In die AK werden die tatsächlichen Abrechnungsmengen und Kosten nach den Verhandlungen mit Lieferanten oder Subunternehmern stetig eingearbeitet. Dadurch werden nicht nur die erwarteten Gesamtkosten regelmäßig dargestellt, sondern auch die damit verbundenen Arbeits- und Gerätestunden oder Baustellengemeinkosten.³⁰ Die Erstellung der AK liegt in der Sphäre des zuständigen Bauleiters. Nach Bauende präsentiert dieser seine AK zum Projekt und das daraus resultierende Baustellenergebnis.³¹ Die Arbeitskalkulation erfolgt häufig in Excel mittels firmeninternen Vorlagen.

2.3 Arbeitsvorbereitung

Ziel der Arbeitsvorbereitung (AVOR) ist ein organisatorisches, wirtschaftliches und zeitlich abgestimmtes Management bestimmter Ressourcen, wie Personal, Maschinen und Baustoffe.³² Die AVOR ist sowohl ein wesentlicher Bestandteil in der Kalkulation, als auch in der Ausführungsphase eines Projekts. Hierzu sind folgende wichtige Planungsaspekte zu beachten:^{32,33}

- Verfahrensauswahl (wirtschaftlichstes Bauverfahren durch Vergleich mit anderen Verfahren)
- Ermittlung aller notwendigen Ressourcen zur Herstellung der Bauleistung
- Planung der Baustelleneinrichtung
- Planung des Bauablaufs

Alle oben erwähnten Planungsaufgaben sind gründlichst durchzudenken und zu ermitteln, bevor mit der Ausführung begonnen werden kann. In der Regel ist der Kalkulant derjenige, der sich mit der AVOR als Erster befasst, falls es im Unternehmen keine eigene Abteilung dafür gibt. Üblicherweise steht der Kalkulant im Austausch mit dem zukünftigen Bauleiter und seinem Polier, um alle notwendigen Punkte zu besprechen und dann die richtigen Kalkulationsansätze für das Bauvorhaben zu treffen.³⁴ In der Phase der Vorkalkulation ist die AVOR nur grob zu planen, da ein Unternehmen nicht automatisch von einer Auftragserteilung ausgehen kann. Bei einer Auftragsabsage bliebe die investierte Zeit somit unentlohnt.³³ Bei Auftragseingang müssen die in der Kalkulation getroffenen Annahmen konkretisiert werden. Hier sind vor allem die Wahl des Bauverfahrens, die Baustelleneinrichtung, die Bauzeitplanung und die tätigen Nachunternehmer wesentlich. Diese werden in den nächsten Abschnitten genauer erläutert.

³⁰Vgl. [4] Berner et al., S. 167 f.

³¹Vgl. [16] Goger, S. 27

³²Vgl. [19] Hofstadler, S. 32 f.

³³Vgl. [29] Leimböck et al., S. 179

³⁴Vgl. [10] Duschel et al., S. 9 ff.

2.3.1 Kosten in der Arbeitsvorbereitung

Die Kostenermittlung der AVOR im Baubetrieb stellt eine gewisse Herausforderung dar. In der Angebotsphase bleibt meist nur begrenzt Zeit, weshalb manche Kalkulationsansätze oft nur angenommen werden. Daraus resultiert, dass die späteren Kosten für die AVOR in der Ausführungsphase negativ von der Kostenannahme in der Angebotsphase abweichen. Weiters sind solche Kosten in der Angebotsphase den allgemeinen Geschäftskosten zuzuordnen bzw. in der Ausführungsphase den einmaligen Kosten der Baustelleneinrichtung. Grundsätzlich lassen sich die entstehenden Kosten der AVOR in die Kostenarten Fremdleistungen, Personal-, Material-, Geräte- und Reisekosten gliedern. Als Beispiele dafür zählen u.a. die eingesetzte Software und Hardware.³⁸

2.3.2 Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung ist für jedes Bauvorhaben neu zu planen bzw. abzustimmen, da sich grundsätzlich jede Baustelle von der vorherigen in vielerlei Hinsicht unterscheidet und deshalb stets Anpassungen vorzunehmen sind. Sie ist unter anderem von der Größe und Art der Baustelle, dem Fertigungsverfahren, der Dauer, dem Ort und den Witterungsverhältnissen abhängig. Die Planung dieser sollte daher ehestmöglich beginnen und im Optimalfall noch vor Ausführungsbeginn abgeschlossen sein. Die Baustelleneinrichtung ist oft der erste Arbeitsschritt auf der Baustelle, worauf alle anderen Vorgänge aufbauen. Ziel der Baustelleneinrichtung ist es daher, alle zur Verfügung stehenden Ressourcen zur richtigen Zeit, am richtigen Ort einzuteilen. Die Planung der Baustelleneinrichtung zählt zu einer der wesentlichsten Aufgaben in der AVOR.³⁵ Eine ordnungsgemäße Baustelleneinrichtung beinhaltet u.a. folgende Elemente:³⁶

- Großgeräte
- Hebezeuge
- Bauaufzüge
- Sozial-, Büro-, Lager- und Werkstatträume
- Bauzäune
- Versorgungseinrichtungen
- Tankanlagen
- Stromversorgung
- Wasserversorgung
- Abwasserentsorgung

Um einen besseren Einblick in diese Thematik zu erhalten, wird in den folgenden Abschnitten der genaue Ablauf und die Elemente der Baustelleneinrichtung beschrieben.

³⁵Vgl. [10] Duschel et al., S. 88 ff.

³⁶Vgl. [10] Duschel et al., S. 101 f.

Ablauf der Baustelleneinrichtungsplanung

Die Planung der Baustelleneinrichtung ist bereits in der Angebotsphase ein wichtiger Bestandteil, der für die Akquise von Aufträgen wesentlich ist. Die Kosten für die Baustelleneinrichtung sind nicht zu unterschätzen und variieren zwischen 5% – 30% der Gesamtkosten der Baustelle. Grundsätzlich kann die Planung bei den meisten Projekten mittels Erfahrungswerten gut abgeschätzt werden. Ferner ist es jedoch notwendig, die Baustelleneinrichtungsplanung stets an die jeweilige Bauphase anzupassen. Die schematische Darstellung der Ablaufplanung ist in Abb. 2.2 zu finden. Zu erkennen ist, dass bereits vor der Auftragserteilung ein grobes Konzept zur Baustelleneinrichtung vorliegen muss. Erfolgt die Beauftragung, übernimmt der Bauleiter inklusive seines Teams das Projekt und verfeinert dieses Konzept. Als Ergebnisse liefert die Baustelleneinrichtungsplanung folgende Punkte:³⁷

- bauphasenabhängige Baustelleneinrichtungspläne
- Kranaufstellungsplan
- Kostenaufstellung aller Vorhaltegeräte vor Ort
- Versorgungskonzept und Anschlusswerte (Strom, Wasser usw.)
- Entsorgungskonzept
- Gefahrenevaluierung

Schema der Baustelleneinrichtungsplanung

In Abb. 2.2 ist ersichtlich, welche Anforderungen zu unterschiedlichen Projektstadien auf die Baustelleneinrichtung zu kommen. Vor der Auftragsvergabe ist darauf zu achten, dass bereits ein grobes Konzept der Baustelleneinrichtung vorliegt, damit vorab die Wahl des Bauverfahrens und die Kalkulation der Baustelleneinrichtung bekannt sind. Nach Auftragserteilung erfolgt ein Informationsaustausch aller Beteiligten, um eventuelle Feinjustierungen am Konzept der Baustelleneinrichtung vorzunehmen. Dabei ist vor allem auf die notwendigen Großgeräte, Lagerflächen, Containerstandorte und Verkehrswege zu achten. Ziel ist es, eine ideale Baustelleneinrichtung gleich zu Beginn der Ausführungsarbeiten zu erhalten, damit es nicht zu mühsamen Umstellung zu einem späteren Zeitpunkt kommt.

³⁷Vgl. [10] Duschel et al., S. 128 f.

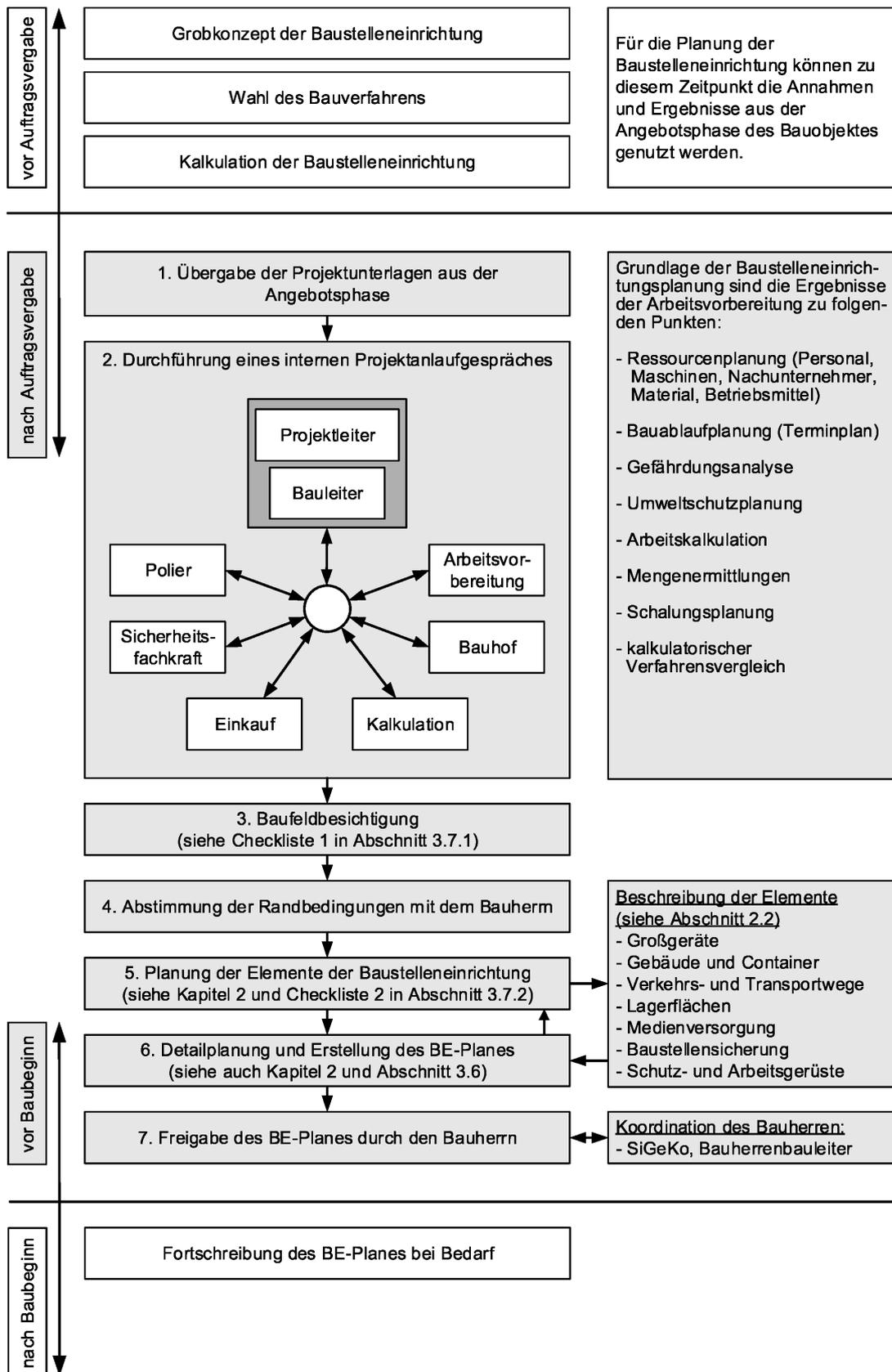


Abb. 2.2: Schema der Baustelleneinrichtungsplanung (Quelle: Schach und Otto [37, S. 334])

Baustelleneinrichtungsplan

Der Baustelleneinrichtungsplan, wie in Abb. 2.3 ersichtlich, dient der Darstellung aller auf der Baustelle vorhandenen Einrichtungen. Die folgenden Punkte sind für einen Baustelleneinrichtungsplan relevant:³⁸

- **Bauwerke und Nebenanlagen:** Das zu errichtende Bauwerk samt aller Neben- und Außenanlagen ist darzustellen.
- **Rahmenbedingungen für das Baufeld:** Baulosgrenzen, Geländesprünge, Nachbarn, Böschungen und sonstige Rahmenbedingungen in der Ausführungsphase sind einzuzeichnen.
- **Verkehrswege:** Sämtliche für die Baustelle relevanten Verkehrswege sind einzuplanen.
- **Baustelleneinrichtung:** Büros, Sanitäranlagen, Magazine und sonstige Einrichtungen sind ebenfalls im Plan einzuarbeiten.
- **Ver- und Entsorgungseinrichtungen:** Strom- und Wasseranschlüsse, Muldenstandort und sonstige relevanten Einrichtungen sind klar darzustellen.
- **Großgeräte:** Unter anderem ist der optimale Standort des Krans auf der Baustelle herauszuarbeiten.
- **Lagerflächen:** Notwendige Lager-, Abstell- und Bearbeitungsflächen müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

Der Baustelleneinrichtungsplan ist ein entscheidender Faktor in der Ausführung eines Projekts und kann bei entsprechend guter Planung u.a. Koordinationsprobleme verhindern. Mit Hilfe eines gut durchdachten Baustelleneinrichtungsplan können deshalb Zeit und Kosten gespart werden. Weiters ist zu beachten, dass solch ein Plan stets auch von den zuständigen Behörden kontrolliert und freigegeben werden muss. Vor allem aber kann ein Baustelleneinrichtungsplan auch als Übersicht auf der Baustelle dienen, damit Lieferanten und diverse Nachunternehmer beim erstmaligen Einsatz auf der Baustelle einen konkreten Überblick von dieser bekommen.

³⁸Vgl. [10] Duschel et al., S. 96 ff.

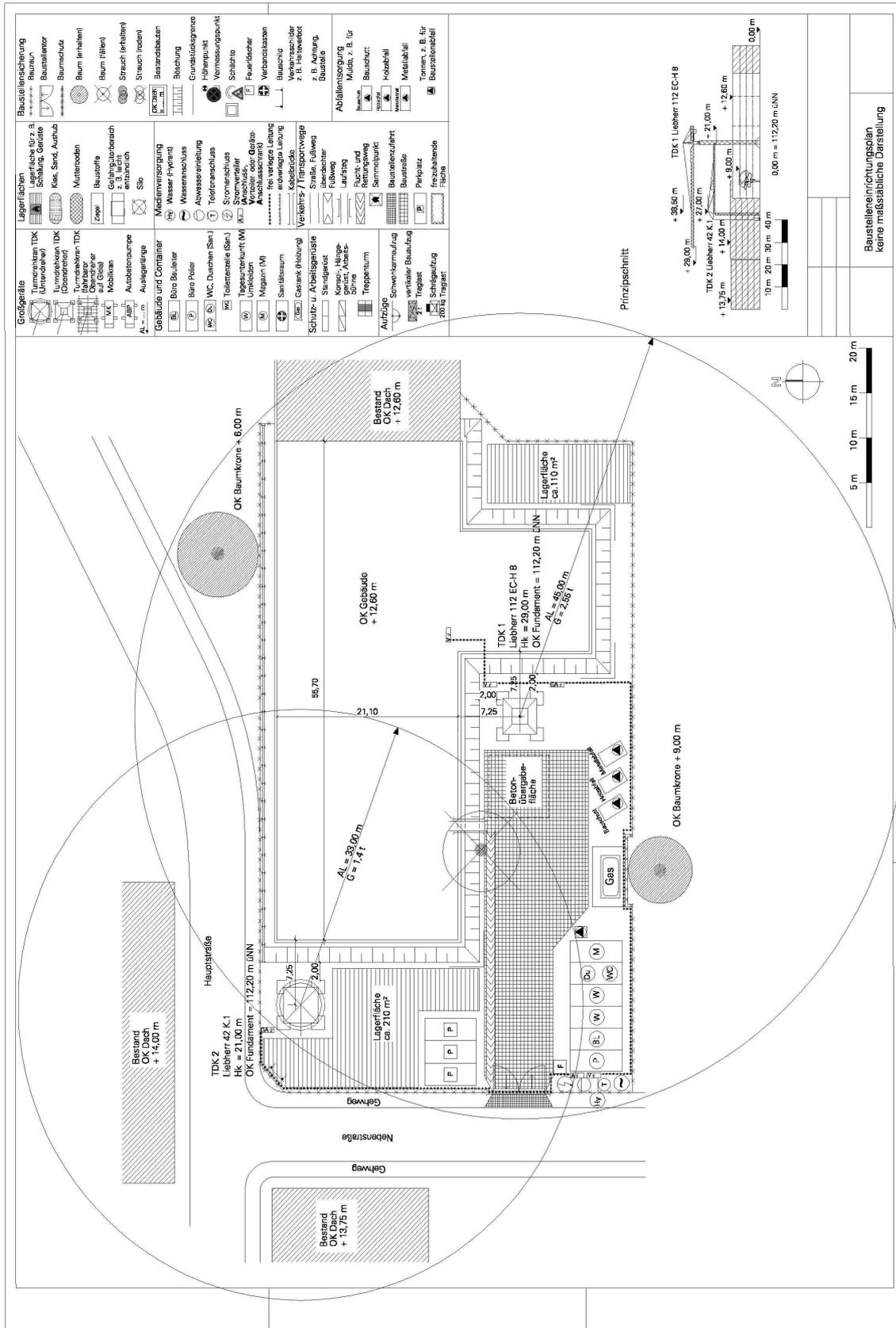


Abb. 2.3: Beispiel eines Baustelleneinrichtungsplans (Quelle: Schach und Otto [37, S. 343])

Kosten der Baustelleneinrichtung

Die Kosten für die Baustelleneinrichtung variieren stets von Projekt zu Projekt und können deswegen nicht als Fixbetrag oder bestimmter Prozentsatz der anfallenden Baukosten herangezogen werden. Die folgenden Punkte beeinflussen die Kosten maßgeblich:³⁹

- **Art der Baumaßnahme:**
Die Baustelleneinrichtung bei Hochbaubaustellen sieht in der Regel immer ähnlich aus, vor allem das eingesetzte Hebewerkzeug und die Räumlichkeiten für das Personal sind stets auf Baustellen vorhanden. Sie stellen die wesentlichsten Faktoren für die Höhe der Baustelleneinrichtungskosten dar. Im Gegensatz zu Tiefbaubaustellen, die sich durch einen relativ hohen Mechanisierungsgrad und damit verbundenem intensiven Geräteeinsatz auszeichnen, sind Hochbaubaustellen personalintensiver. Dies spiegelt sich in der Kostengliederung wider.
- **Dauer der Baumaßnahme:**
Bei kurzen festgelegten Bauzeiten entsteht ein höherer Aufwand für die Baustelleneinrichtung, da viele Geräte zeitgleich auf der Baustelle vorhanden sein müssen. Demzufolge sind die damit verbundenen Transport- und Aufbaukosten höher anzusetzen. Dauert die Bauzeit etwas länger, so steigen wiederum die Kosten aufgrund der längeren Vorhaltungsdauer der Baustelleneinrichtung. In Abb. 2.4 wird der Verlauf der Kosten zur Bauzeit dargestellt. Hier ist eindeutig sichtbar, dass die Kosten der Baustelleneinrichtung am geringsten bei optimaler Bauzeit sind. Zu kurze bzw. zu lange Bauzeiten führen zu erhöhten Kosten.

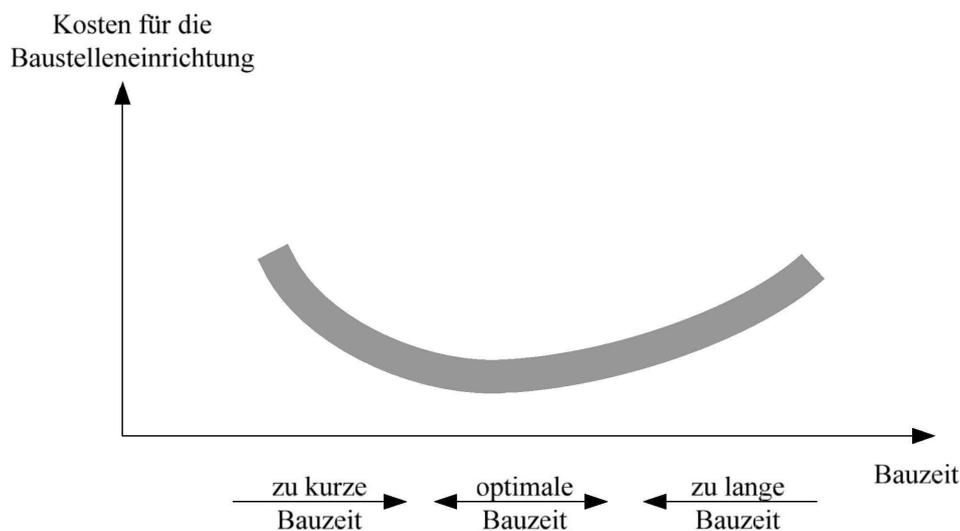


Abb. 2.4: Zusammenhang von Baustelleneinrichtungskosten und Bauzeit (Quelle: Schach und Otto [37, S. 378])

- **Örtliche Lage der Baumaßnahmen:**
Faktoren wie ländlicher oder innerstädtischer Baustellenstandort, Zufahrtsmöglichkeiten udgl. sind hier zu berücksichtigen. Zur Verfügung stehende Frei- bzw. Lagerflächen zählen ebenfalls zu dieser Kategorie.
- **Festlegungen des AN:**
Die Wahl des geeigneten Fertigungsverfahrens sowie die Anzahl und Größe der Kräne, für

³⁹Vgl. [37] Schach und Otto, S. 377 ff.

die sich der AN entscheiden muss, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Bestimmung der Kosten.

Sämtliche Kosten, welche für die Baustelleneinrichtung anfallen, sind in den Baustellengemeinkosten zusammengefasst. Sie werden in einmalige Kosten, zeitabhängige Vorhaltekosten und Stillliegekosten gegliedert. Kosten für den Auf- und Abbau der Baustelleneinrichtung zählen zu den einmaligen Kosten. Bei zeitabhängigen Kosten handelt sich um das eingesetzte Personal, wie Bauleiter, Techniker und Polier, sowie um etwaige Kosten, welche für den Betrieb der Baustelle notwendig sind, wie beispielsweise angemietete Büroräumlichkeiten. In der Praxis werden diese Kosten in das LV eingearbeitet. Unter anderem erfolgt dies anhand der nachstehenden Positionen:³⁷

- Baustelle einrichten
- Baustelle räumen
- zeitgebundene Kosten
- Gerätekosten
- zeitgebundene Kosten Stillliegezeit
- Gerätekosten Stillliegezeit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Kosten für die Baustelleneinrichtung nicht zu unterschätzen sind und sich auf das Endergebnis der Baustelle auswirken. Folglich ist eine ordentliche Planung der Baustelleneinrichtung Voraussetzung für einen positiven Verlauf der Baustelle. Dasselbe gilt für die Bauzeitplanung.

2.3.3 Bauzeitplanung

Die Bauzeit- bzw. Bauablaufplanung ist sowohl ein fester Bestandteil in der Kalkulation, als auch in der Arbeitsvorbereitung und verantwortlich für die visuelle Darstellung der verfügbaren Bauzeit. Ziel ist die Ermittlung einzelner Termine für die im Bauablauf vorkommenden Schritte, sowie die Einhaltung des Fertigstellungstermins. Oftmals wird hierfür die Äquivalenzmethode eingesetzt. Vergleichbare Projekte werden herangezogen, um die Dauer bestimmter Arbeitsabschnitte für das geplante Bauvorhaben abschätzen zu können. Wie detailliert die Vorgänge analysiert werden, bleibt dem jeweiligen Kalkulanten meist selbst überlassen. Wichtig ist nur, dass frühestmöglich in der Angebotsphase ein ausreichend genauer Zeitplan erstellt wird.^{40,41} Ferner dient der Bauablaufplan, der üblicherweise auch Vertragsbestandteil wird, dem Bauherrn als Grundlage für einen darauf aufbauenden Zahlungsplan und als Kontrollinstrument des Baufortschritts.⁴²

Bevor mit der Planung des Bauablaufs begonnen wird, muss der Leistungsumfang definiert und bestimmt sein. Dabei gilt es gewisse Ziele zu verfolgen, welche sich in der Angebots- und Ausführungsphase voneinander wie folgt unterscheiden:⁴³

- Angebotsphase:
 - Prüfung, ob der vorgegebene Fertigstellungstermin realisierbar ist

⁴⁰Vgl. [38] Skapa Invest GmbH

⁴¹Vgl. [41] Ufertinger, S. 79

⁴²Vgl. [21] Jacob et al., S. 84

⁴³Vgl. [10] Duschel et al., S. 66

- Abschätzung der benötigten Kapazitäten
- Überlegungen zum eigentlichen Bauablauf
- Ausführungsphase:
 - Vertraglich geregelte Fristen einhalten
 - Einfluss von Verzögerungen minimieren
 - Verbesserung der Größe von Arbeitsabschnitten
 - Bereitstellung wichtiger Informationen für das Projektcontrolling
 - Vermeidung von Kapazitätsspitzen

Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten, um die Bauzeit für ein Projekt abzubilden. In den folgenden Darstellungsformen werden die zur Zeit gängigsten Methoden beschrieben.

Darstellungsformen der Bauzeit

Die Bauzeitplanung erfolgt heutzutage in der Regel softwareunterstützt und wird sowohl von Seiten des AG, als auch AN genützt. Eine gemeinsame Erstellung einer Schnittstellenliste und die Abgrenzung zwischen Planung und Ausführung, sind für den weiteren Bauablauf erforderlich. Grundsätzlich gibt es folgende baubranchenübliche Darstellungsvarianten zur Visualisierung der Bauzeit.⁴⁴

- **Terminliste**

Für kleine und nicht aufwendige Projekte genügt eine Auflistung aller wichtigen Ereignisse mit Datum. Zur besseren Überschaubarkeit wird die Terminliste in tabellarischer Form erstellt und ist in Abb. 2.5 ersichtlich. Vorteilhaft an dieser Variante ist, dass mit minimalen Zeitaufwand das Wesentlichste dargestellt wird. Der Nachteil ist, dass die Zusammenhänge der einzelnen Meilensteine nicht ersichtlich und bei Änderungen die gesamte Liste überarbeitet und erneut ausgegeben werden muss.

VG ID	VG Beschreibung	Basispl. Start	Basispl. Ende	Basispl. Dauer	Ber. Status	IST Start	IST Ende	T-Abw. Stichtag	Vollend. Dauer	Rest Dauer	Urspr. Dauer	Frühest Start	Frühest Ende	T-Abw. ENDE
1	BÜROHAUS	09/27/10	15/11/11	533,284	Planned				0	533,284	533,284	27/09/10	15/11/11	0
1.1	PLANUNGSPHASE	09/27/10	20/01/11	90d	Planned				0	90d	90d	27/09/10	20/01/11	0
1.3	AUSFÜHRUNGSPHASE	01/01/11	15/11/11	371,53d	Planned				0	371,53d	371,53d	31/01/11	15/11/11	0
1.3.1	Spatensich	02/15/11	15/02/11	0	Planned				0	0	0	15/02/11	15/02/11	0
1.3.2	Gleichenfeier	15/15/11	15/11/11	0	Planned				0	0	0	15/11/11	15/11/11	0
1.3.9	BAUVORBEREITUNG	01/01/11	31/03/11	78d	Planned				0	78d	78d	31/01/11	31/03/11	0
1.3.9.1	Baustelleinrichtung herstellen	01/01/11	06/02/11	12d	Planned				0	12d	12d	31/01/11	06/02/11	0
1.3.9.2	Kran aufstellen	02/09/11	12/02/11	5d	Planned				0	5d	5d	09/02/11	12/02/11	0
1.3.9.3	Erdarbeiten	01/01/11	02/03/11	40d	Planned				0	40d	40d	31/01/11	02/03/11	0
1.3.9.4	Baugrubensicherung Bohrpfähle herstellen	03/02/11	31/03/11	30d	Planned				0	30d	30d	02/03/11	31/03/11	0
1.3.10	ROHBAU GESAMT	01/01/11	15/09/11	293,16d	Planned				0	293,16d	293,16d	31/01/11	15/09/11	0
1.3.10.1	Beginn Rohbau Erdarbeiten	01/01/11	31/01/11	0	Planned				0	0	0	31/01/11	31/01/11	0
1.3.10.2	Rohbau UG fertig	05/10/11	10/05/11	0	Planned				0	0	0	10/05/11	10/05/11	0
1.3.10.3	Beginn Fertigung	01/01/11	31/01/11	0	Planned				0	0	0	31/01/11	31/01/11	0
1.3.10.4	ROHBAU TURM	03/20/11	15/09/11	220,16d	Planned				0	220,16d	220,16d	20/03/11	15/09/11	0
1.3.10.4.1	Rohbau EG fertig	05/30/11	30/05/11	0	Planned				0	0	0	30/05/11	30/05/11	0
1.3.10.4.2	Start Rohbau Regelgeschoss Turm	08/14/11	14/06/11	0	Planned				0	0	0	14/06/11	14/06/11	0
1.3.10.4.3	Halbzeit Regelgeschoss Turm	07/28/11	26/07/11	0	Planned				0	0	0	26/07/11	26/07/11	0
1.3.10.4.4	Ende Rohbau Regelgeschoss Turm	08/30/11	30/08/11	0	Planned				0	0	0	30/08/11	30/08/11	0
1.3.10.4.5	FUNDIERUNG	03/28/11	16/04/11	14,16d	Planned				0	14,16d	14,16d	28/03/11	16/04/11	0
1.3.10.4.5.2	Fundamentplatte herstellen	03/28/11	16/04/11	25d	Planned				0	25d	25d	26/03/11	16/04/11	0
1.3.10.4.6	UNTERGESCHOSS	04/13/11	10/05/11	35d	Planned				0	35d	35d	13/04/11	10/05/11	0

Abb. 2.5: Terminliste als Darstellungsform (Quelle: Duschel et al. [10, S. 57])

- **Balkenplan**

In Abb. 2.6 ist ein Balkenplan veranschaulicht, welcher in der Baubranche primär als Darstellungsinstrument verwendet wird. Die Balken spiegeln die Dauer eines bestimmten

⁴⁴Vgl. [10] Duschel et al., S. 54 ff.

Vorgangs wider. Die Reihenfolge vorkommender Bauvorgänge ist durch die Definition von Start- und Endpunkten bestimmbar. Die allgemein bekannte und leicht nachvollziehbare Darstellungsform bietet zahlreiche Vertiefungsmöglichkeiten und ermöglicht es SOLL/IST-Vergleiche aufzustellen. Die Erstellung solch eines Balkendiagramms, vor allem in Falle von Einarbeitungen, nimmt jedoch viel Zeit in Anspruch.

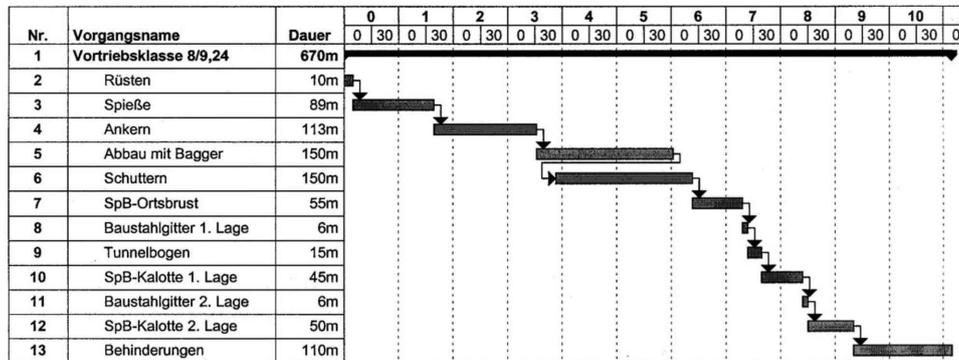


Abb. 2.6: Beispiel eines Balkendiagramms (Quelle: Goger [16, S. 38])

• Netzplan

Um Termine bestimmen zu können, ist der Netzplan, wie in Abb. 2.7 dargestellt, ein geeignetes Instrument. Er kommt sowohl bei komplexen, als auch bei einfachen Projekten zum Einsatz. Die Vorgänge bzw. Tätigkeiten sind als Knoten und ihre Abhängigkeiten mittels Pfeilen im Plan abgebildet. Dabei sollte jeder Vorgang an mindestens einen weiteren gekoppelt sein. Dadurch sind Abhängigkeiten unterschiedlicher Prozesse besser nachvollziehbar und ersichtlich. Jedoch ist solch ein Netzplan äußerst mühselig zu überarbeiten.

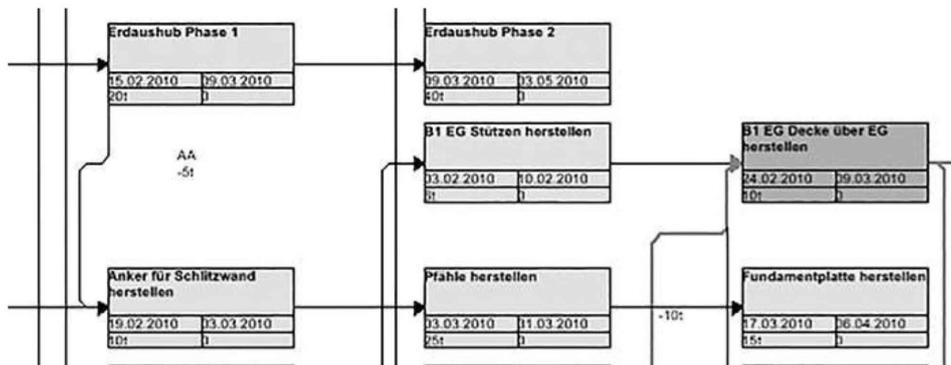


Abb. 2.7: Beispiel für einen Netzplan (Quelle: Duschel et al. [10, S. 60])

• Zeit-Weg-Diagramm

Ein Zeit – Weg – Diagramm (auch Liniendiagramm) stellt die Dauer und Abfolge einzelner Prozessvorgänge graphisch dar. Vor allem bei Linienbaustellen, wie Erd-, Straßen- und Tunnelbaustellen, findet diese Darstellungsform seine Anwendung. Aus einem Zeit – Weg – Diagramm, wie in Abb. 2.8 ersichtlich, können u.a. die Baurichtung, Geschwindigkeit und SOLL/IST – Vergleiche gewonnen werden. In der Regel findet sich diese Methode jedoch hauptsächlich bei Tunnelprojekt wieder.

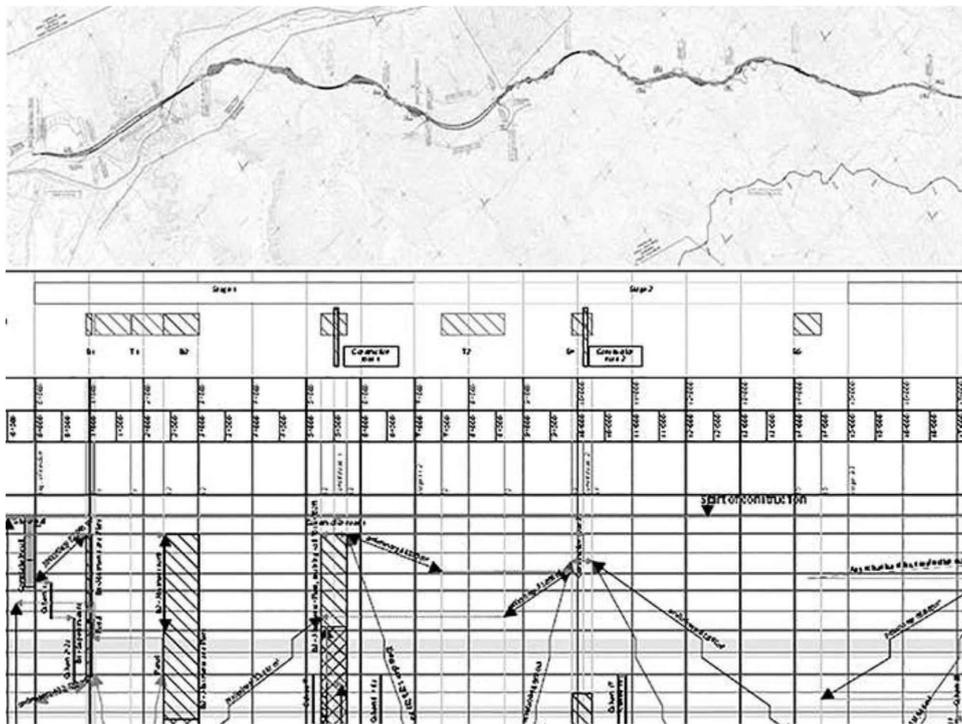


Abb. 2.8: Beispiel für ein Zeit-Wege-Diagramm (Liniendiagramm) (Quelle: Duschel et al. [10, S. 61])

Einflüsse auf die Bauzeit

Unterschiedliche Faktoren können im Zuge des Bauablaufs zu Störungen und somit zu Ausdehnung der Bauzeit führen. Der sogenannte Produktivitätsverlust bedeutet daher die Verminderung des Leistungsansatzes oder die Erhöhung des Aufwandswertes. Der Leistungswert (LW) beschreibt die maschinelle Leistung beispielsweise in m^2/h , m^3/h , Stk/h . Der Aufwandswert (AW) hingegen stellt die manuelle Leistung in h/m^2 , h/m^3 , h/Stk dar. Ein Produktivitätsverlust herrscht demnach, wenn der LW fällt bzw. der AW zunimmt.^{45,46} Ursachen und Auslöser für diesen Effekt sind u.a. folgende:⁴⁷

- **Einarbeitungseffekt**

In der Regel benötigt das Personal um bis zu 50% mehr Zeit bei erstmaligen Ausführungen bestimmter Arbeiten. Bei sich mehrfach wiederholenden Arbeitsvorgängen verringert sich die Ausführungszeit jedoch deutlich. Meist nach der fünften bis zehnten Wiederholung einer Tätigkeit stellt sich der Einarbeitungseffekt ein. Wird der Bauablauf gestört und die Arbeiten unterbrochen, muss sich das Personal erneut einarbeiten.⁴⁸ Laut Müller und Goger [31] haben Aspekte, wie die Anzahl der sich wiederholenden Tätigkeiten, des geschulten Personals, der örtlichen Gegebenheiten und der Schwierigkeitsgrad der auszuführenden Arbeiten, erheblichen Einfluss auf den Einarbeitungseffekt.

- **Häufiges Umsetzen des Arbeitsplatzes**

Dabei handelt es sich um plötzliche und ungeplante Unterbrechungen während der auszuführenden Tätigkeit und der Wiederaufnahme der Arbeiten in einem anderen Abschnitt

⁴⁵ Vgl. [31] Müller und Goger, S. 25

⁴⁶ Vgl. [16] Goger, S. 36

⁴⁷ Vgl. [31] Müller und Goger, S. 174 ff.

⁴⁸ Vgl. [25] Kropik, S. 853

der Baustelle. Dies betrifft nicht nur einzelne Arbeitskräfte, sondern auch gesamte Partien. Produktivitätsverluste aufgrund von resultierenden Zeitverlusten, mangelnder AVOR und keiner idealen Personalzusammensetzung sind die Folge. Die Gründe für das häufige Umsetzen des Arbeitsplatzes sind keine bis kaum erbrachten Vorleistungen, kurzfristige Planänderungen und fehlerhafte Ausführungspläne.

- **Kurze Dispositionszeiten**

Eine zu kurzfristige Disposition wirkt sich nachteilig auf die Produktivität im Bauablauf aus. Dies bedeutet, dass zu wenig Zeit zur Verfügung steht, um beispielsweise das Personal überlegt einzuteilen, Geräte zur richtigen Zeit am richtigen Ort aufzustellen oder einen kontinuierlichen Materialfluss udgl. zu gewährleisten.⁴⁹ In der Regel wird zwischen kurzen (eine Woche), sehr kurzen (zwei bis drei Tage) und extrem kurzen (ein Tag) Dispositionszeiten unterschieden. Gründe dafür sind nicht planmäßige Änderungen, widersprüchliche Anweisungen oder fehlende Pläne und Absprachen mit anderen baubeteiligten Firmen.

- **Witterungseinflüsse**

Witterungsbedingte Störfaktoren führen ebenfalls zu Produktivitätsverlusten. Sie sind großteils vorhersehbar, allerdings kaum bis gar nicht vermeidbar. Vor allem im Winter sind die Witterungsverhältnisse maßgeblich für Verzögerungen verantwortlich. Hier wird zwischen folgenden Faktoren unterschieden:

- Tageslicht

Das Vorhandensein und die Dauer des Tageslichts ist für die Produktivität besonders wichtig. Der Produktivitätsverlust wird beim Übergang von Tageslicht auf künstliches Licht deutlich erkennbar.

- Temperatur

Extreme Temperaturen im Sommer und im Winter sind die am häufigsten vorkommende Ursache für Verzögerungen im Bauablauf. In Abb. 2.9 ist ein Diagramm abgebildet, welches den Produktivitätsverlust in Abhängigkeit von der Tagestemperatur zeigt.

- Niederschlag

Der Niederschlag ist ebenfalls ein bekannter Verzögerungsfaktor, dessen Störausmaß von der Art (Regen, Schnee, Hagel), der Dauer (Dauerregen, kurzer Schauer) und der Intensität abhängt. Beispielsweise kann bei starkem Regen der aufgebrauchte Reibputz auf der Fassade nicht haften bleiben. Außerdem sind Wind, Nebel und Gewitter weitere Störfaktoren in der Ausführung.

⁴⁹Vgl. [25] Kropik, S. 749

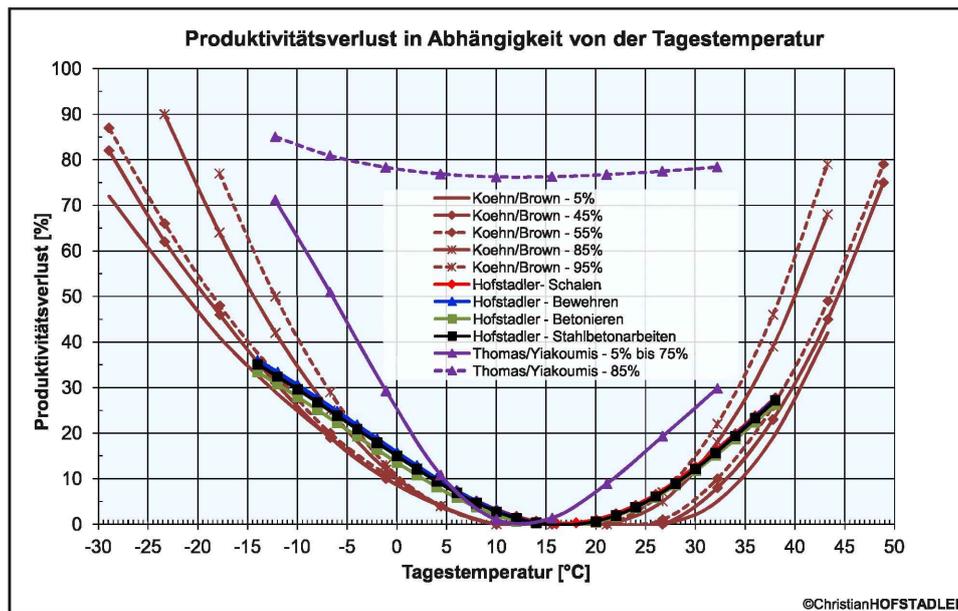


Abb. 2.9: Produktivitätsverlust in Abhängigkeit von der Tagestemperatur (Quelle: Hofstadler [20, S. 470])

Die Bauzeit im Vertrag

Nach Kropik [25] und Ufertinger [41] dient der Bauzeitplan in erster Linie der Terminüberwachung, damit die Leistung des AN vom AG während dem gesamten Bauprozess kontinuierlich kontrolliert werden kann. Wie verbindlich die durch den Bauzeitplan ermittelte Bauzeit tatsächlich ist, hängt ganz von der vertraglichen Situation ab, welche durch AG und AN vereinbart wird. Termine und Fristen, die im Vertrag vereinbart werden, sind, falls keine weitere Rücksprache erfolgt, ausnahmslos einzuhalten. Die Nichteinhaltung des schriftlich festgelegten Termins bedeutet Verzug und führt in vielen Fällen zu einer Pönale.

2.3.4 Nachunternehmer

Nachunternehmer, auch Subunternehmer genannt, werden wie folgt definiert:⁵⁰

Unternehmer, der einen Teil der an den Auftragnehmer (AN) übertragenen Leistungen ausführt und vertraglich an den AN gebunden ist.

Üblicherweise vergibt der für ein auszuführendes Bauprojekt beauftragte GU einen Teil der Leistungen an Nachunternehmer. Oftmals reichen die zur Verfügung stehenden Ressourcen im Betrieb nicht aus, um die notwendige Bauleistung erbringen zu können, weshalb Leistungen weitervergeben werden. In der Regel bietet der Subunternehmer des Öfteren die wirtschaftlichere Lösung, sodass die zu erbringende Leistung nicht in Eigenregie ausgeführt wird.⁵¹

Verantwortlich für die Koordinierung der Subunternehmen sind im Normalfall der zuständige Bauleiter und der Polier. Sie haben dafür zu sorgen, dass die Nachunternehmer so eingeteilt werden, dass sie sich nicht gegenseitig behindern und alle notwendigen Vorleistungen für darauffolgende Subunternehmer erbracht werden. Erfahrungsgemäß ist dies aufgrund der Komplexität der jeweiligen Projekte nicht immer realisierbar, weshalb oft Verzögerungen auftreten. Die Folge

⁵⁰Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 10

⁵¹Vgl. [5] Berner et al., S. 117

ist, dass die Nachunternehmer erst später als geplant mit ihren Arbeiten beginnen und dadurch unter Zeitdruck und an der Kapazitätsgrenze die Arbeiten vollbringen. Dies wiederum wirkt sich wirtschaftlich negativ auf das Ergebnis der Baustelle aus.⁵²

Vergabeverfahren von Leistungen an Nachunternehmer

Nach erfolgreicher Ausschreibungserstellung für eine Leistungsgruppe wird diese gleichzeitig an mehrere Subunternehmer versendet. Für gewöhnlich ist das die Aufgabe des zuständigen Bauleiters und dessen Bautechniker. Nachunternehmer erstellen darauffolgend ein Angebot auf Grundlage der Ausschreibungsunterlagen und retournieren dieses. Nun wird geprüft, ob die Subunternehmer ihr Angebot ordnungsgemäß erstellt haben. Kontrolliert werden die ausgeschriebenen Leitprodukte, Angebotspreise, Preisausreißer, etwaige und dergleichen. Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit wird ein Preisspiegel erstellt. Im nächsten Schritt erfolgt die Einladung potenziell interessanter Subunternehmer zur Vergabeverhandlung. In diesen Gesprächen werden noch offene Fragen geklärt, Preisnachlässe ausverhandelt und mögliche hinzugekommene oder entfallene Leistungen besprochen. Schließlich folgt die Zuschlagserteilung an den für den Bauleiter wirtschaftlich und technisch besten Nachunternehmer.⁵² Die Abb. A.1 im beigefügten Anhang zeigt ein Musterverhandlungsprotokoll, für die Dokumentation von Vergabegesprächen mit Subunternehmern. In diesem Protokoll ist auszuwählen, ob das Angebot bzw. die Abrechnung mittels Pauschalen oder Einheitspreisen erfolgt. Ebenfalls ist es notwendig zu dokumentieren, ob es sich um fixe oder veränderliche Preise handelt, damit eine gewisse Sicherheit gleich zu Beginn gegeben ist und nicht zu einem späteren Zeitpunkt erhebliche Mehrkosten auf den GU zukommen.

Vergütung von Nachunternehmern

Die Vergütung von Nachunternehmern erfolgt nach dem vereinbarten Einheitspreis- oder Pauschalvertrag. Kriterien, wie die Größe der zu erbringenden Leistung oder die Risikoverteilung zwischen GU und Subunternehmen, sind ausschlaggebend für die Wahl des Vertrags. Die vom Nachunternehmer gestellte Rechnung sollte dann möglichst rasch geprüft und angewiesen werden, um die vereinbarten Zahlungskonditionen einzuhalten. Zu beachten ist, dass die Rechnungen von Subunternehmen in der Regel kumuliert und ohne Mehrwertsteuer ausgestellt werden, da der Bauherr im Zuge des gesamten Bauvorhabens alleiniger Steuerschuldner ist. Erfahrungsgemäß findet sich folgender Satz auf solchen Rechnungen:⁵² „Übergang der Steuerschuld auf den Leistungsempfänger gemäß § 19 Abs. 1a UstG 1994“

Das Verhandlungsgeschehen mit Subunternehmern ist für das Ergebnis des Projekt essentiell. Zu diesem Zweck wird die Bauerfolgsrechnung benötigt, welche im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben wird.

2.4 Bauerfolgsrechnung

Die Bauerfolgsrechnung gilt als eines der wichtigsten Kontrollinstrumente zur internen Bestimmung des Baustellenerfolgs. Diese erfasst alle erbrachten Leistungen mit den dazugehörigen Kosten in einem betrachteten Zeitraum oder seit Beginn des Projekts kumuliert. Dabei werden Aufwand und Ertrag der jeweiligen Kostenstelle zugewiesen, wobei auch interne Verrechnungen (z.B. Gerätereparatur) zu beachten sind. Nur gebuchte, also bereits vergangene Ereignisse, können in die Bauerfolgsrechnung einfließen, weshalb Abgrenzungen erforderlich sind. Diese Abgrenzungen haben den Zweck, eine vollständige Gegenüberstellung zu gewährleisten, damit in

⁵²Vgl. [5] Berner et al., S. 135 ff.

der Bauerfolgsrechnung beispielsweise ein gebuchter Aufwand nicht ohne gebuchten Erlös auf Ertragsseite ein falsches Ergebnis für den ausgewählten Stichtag liefert.⁵³

In den nächsten Abschnitten werden die notwendigen Elemente der Bauerfolgsrechnung näher beschrieben und das Baustellenergebnis ermittelt.

2.4.1 Aufwand und Ertrag

Alle in einer betrachteten Periode verbrauchten und eingesetzten Mittel (z.B. Güter, Dienstleistungen, öffentliche Abgaben) in einem Unternehmen werden als Aufwendungen definiert. Diese stimmen jedoch oftmals nicht mit den tatsächlichen Ausgaben überein, weshalb Abgrenzungen vorgenommen werden müssen. Der Aufwand lässt sich wie folgt gliedern:⁵⁴

- Art des Aufwands
 - Verbrauchsgüter (sämtliche Betriebsstoffe)
 - Gebrauchsgüter (Geräte und Maschinen)
 - eigene und fremde Leistungen
 - Steuern und sonstige Abgaben
- In der Buchhaltung zwecks Gewinn- und Verlustrechnung (GuV)
 - gewöhnliche Geschäftstätigkeiten
 - außergewöhnliche Aufwendungen
 - Aufwendungen für Steuern
- Zwecks Kostenrechnung
 - betriebliche Aufwendungen
 - betriebsfremde Aufwendungen

Der Ertrag ist das Pendant zum Aufwand und beschreibt den monetär bewerteten Wertzuwachs in einer bestimmten Periode. Dieser entsteht im Unternehmen im Zuge der Leistungserbringung oder der Erstellung von Gütern.⁵⁵ Der Erfolg, also das wirtschaftliche Ergebnis einer Baustelle oder eines Projekts, ist einerseits vom Ertrag und andererseits vom Aufwand abhängig.^{53,57}

Die nachstehende Tab. 2.2 zeigt die Ermittlung des wirtschaftlichen Ertrags bzw. Aufwands, welche für die Berechnung des Baustellenergebnis in Tab. 2.3 benötigt werden. Die detaillierte Beschreibung der aktiven und passiven Abgrenzungen ist in Kapitel 2.4.2 angeführt.

	gebuchter Ertrag		gebuchter Aufwand
+	aktive Ertragsabgrenzung	–	aktive Aufwandsabgrenzung
–	passive Ertragsabgrenzung	+	passive Aufwandsabgrenzung
=	wirtschaftlicher Ertrag	=	wirtschaftlicher Aufwand

Tab. 2.2: Aufwand und Ertrag für das Baustellenergebnis (Quelle: Goger [16, S. 157])

Mit den zwei erhaltenen Größen kann im nächsten Schritt nun das endgültige Ergebnis der Baustelle ermittelt werden.⁵⁷

⁵³Vgl. [26] Kropik, S. 210 f.

⁵⁴Vgl. [26] Kropik, S. 7 f.

⁵⁵Vgl. [44] Wirtschaftslexikon24.com

	wirtschaftlicher Ertrag
–	wirtschaftlicher Aufwand
=	Bruttoergebnis
–	Zentralregie
=	Nettoergebnis

Tab. 2.3: Aufwand und Ertrag für das Baustellenergebnis (Quelle: Goger [16, S. 157])

Die Zentralregie berücksichtigt beispielsweise die Kosten für den allgemeinen Betrieb des Unternehmens, sowie Bauhofs- und Lagerplatzkosten und Ähnliche. Der entsprechende Prozentsatz variiert je nach Unternehmensgröße und muss von jedem gewonnenen Auftrag getragen werden.

2.4.2 Abgrenzungen

Wie bereits erwähnt, sind für die regelmäßige Ergebnisdarstellung der Baustelle Abgrenzungen notwendig. Es wird jeweils zwischen aktiven – jene, die das Ergebnis verbessern – und passiven Abgrenzungen – jene, die das Ergebnis verschlechtern – unterschieden.^{56,57}

- **aktive Ertragsabgrenzung**
Bei den aktiven Ertragsabgrenzungen handelt es sich um bereits geleistete, aber noch nicht verrechnete Tätigkeiten. Bewertete Nachtragsangebote zählen ebenfalls zu dieser Kategorie.
- **passive Ertragsabgrenzung**
Zu den passiven Ertragsabgrenzungen zählen die bereits verrechneten und gebuchten, aber noch nicht erbrachten, Leistungen. Vorverrechnete Leistungen oder Abstriche von bereits verrechneten Leistungen sind als solche zu sehen.
- **aktive Aufwandsabgrenzung**
Die aktive Aufwandsabgrenzung beschreibt jenen Aufwand, der bereits getätigt, aber die Leistung dazu noch nicht erbracht wurde. Dazu zählen vor allem Materialreserven und überschüssige Baustellenausstattung.
- **passive Aufwandsabgrenzung**
Bereits vollzogener, aber noch nicht gebuchter Aufwand wird als passive Aufwandsabgrenzung definiert. Offene Rechnungen von Lieferanten und noch nicht gebuchte Fremdleistungen sind hierfür typisch.

Um ein ausreichend gutes Ergebnis zu erzielen, ist es notwendig eingegangene Rechnungen von Lieferanten oder Subunternehmern zu prüfen bzw. diese selbst an den Bauherrn zu stellen. Das folgende Kapitel beschreibt die Rechnungslegung samt aller in der Baubranche üblichen Rechnungsarten.

2.5 Rechnungslegung

Dieses Kapitel beinhaltet den Umgang mit der Rechnungslegung und der Zahlung gegenüber den Bauherrn bzw. den Subunternehmen und Lieferanten. Dabei wird auf diverse Rechnungsarten und ihren weiteren Bearbeitungsvorgang näher eingegangen. Nach *ÖNORM B 2110* [32] sind Rechnungen, wenn nichts anderes vereinbart wurde, zwischen den Vertragspartnern in einfacher

⁵⁶Vgl. [26] Kropik, S. 212

⁵⁷Vgl. [16] Goger, S. 150 ff.

Ausfertigung auszustellen. Sie sind derart vorzulegen, dass sie einfach prüf- und nachvollziehbar sowie übersichtlich sind. Zusätzlich für die Rechnung relevante Unterlagen wie Abrechnungspläne, Zeichnungen, Aufmaßblätter o.ä. sind dieser beizulegen. Alle abrechnungsfähigen im Bauprojekt eingebauten Mengen werden mittels Positionen im LV erfasst und zusammen mit dem AG und/oder der örtlichen Bauaufsicht (ÖBA) kollaudiert. Diese Zusammenstellung dient einerseits als Grundlage für jede Rechnung und andererseits als Kontroll- und Dokumentationsinstrument für die Feststellung des Baufortschritts. Der Rechnungsleger muss unter anderem auch darauf achten, die entsprechende Auftragsnummer und Geschäftszahl auf der Rechnung zu vermerken, damit diese für den Rechnungsnehmer besser identifizierbar und zuordenbar ist.^{58,59}

Weiters müssen Form und Inhalt den Vorgaben des UStG § 11 Abs. 1 entsprechen, weshalb beispielsweise das Ausstellungsdatum, die Rechnungsnummer, der Name und die Anschrift etc. stets anzuführen sind.

2.5.1 Abschlags- bzw. Teilrechnungen

Abschlagsrechnungen, auch Teilrechnungen genannt, sind in der Baubranche heutzutage eine der am gängigsten vorkommenden Rechnungslegungsvarianten. Eine Abschlags- bzw. Teilrechnung wird als Teilbetrag für bestimmte Leistungen oder Produkte verwendet, welche sich über einen längeren Zeitraum erstrecken und daher periodisch verrechnet werden – ja sogar müssen.⁶⁰

Abschlagsrechnungen müssen fortlaufend nummeriert werden und enthalten die seit Ausführungsbeginn kummulierte Leistung. Eine exakte Aufmaßfeststellung, wie bei der Schlussrechnung, ist für Teilrechnungen nicht zwingend notwendig. Die ermittelten Mengen sollten dennoch annähernd dem Baufortschritt entsprechen. Die Anerkennung oder Korrektur dieser Aufstellung ist zu diesem Zeitpunkt noch für keinen Vertragspartner bindend. Da die Aufstellung der Leistung erst mit der Schlussrechnung exakt abgerechnet und bei Teilrechnungen ein Deckungsrücklass einbehalten wird, muss der Rechnungsnehmer bei der Zahlung von gestellten Abschlagsrechnungen keine Überbezahlung des Rechnungsstellers befürchten.⁶¹

Die Zahlungsfrist bei Abschlagsrechnungen beginnt mit dem Eingang der Rechnung und beträgt von diesem Zeitpunkt weg in der Regel 30 Tage, sofern im Vertrag nichts anderes vermerkt wurde. Abschlagsrechnungen sind entweder zum vereinbarten Zeitpunkt oder in weniger als einem Monat nach Leistungserbringung dem AG zu übermitteln und müssen folgende Punkte beinhalten:⁶²

- erbrachte Leistung seit Ausführungsbeginn
- Art und Menge des bestellten und angelieferten Materials
- vereinbarte Preise
- Preisumrechnungen, die nach Anteilen und Perioden gegliedert werden
- Beträge, die gefordert werden bzw. bereits getätigte Zahlungen
- Deckungsrücklass

⁵⁸Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 33

⁵⁹Vgl. [14] Girmscheid, S. 496 f.

⁶⁰Vgl. [16] Goger, S. 138 f.

⁶¹Vgl. [25] Kropik, S. 385 ff.

⁶²Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 33 f.

2.5.2 Schlussrechnung

Die Schlussrechnung dient der Abrechnung aller von einem Unternehmen im Rahmen des Bauauftrags erbrachten Leistungen. Sie beinhaltet sämtliche Teilrechnungen bzw. -zahlungen, Vertragsstrafen, den Haftungsrücklass, Prämien und Ähnliches. Schlussrechnungen sind in der Regel 60 Tage nach Eingang zu bezahlen.⁶²

Eine Schlussrechnung wird im Gegensatz zu Abschlagsrechnungen in puncto Rechnungsprüfung und Zahlungsfristen anders behandelt und ist aus diesem Grund vom Rechnungssteller explizit als Schlussrechnung zu betiteln.⁶³ Teilschlussrechnungen zählen ebenfalls zu Schlussrechnungen und werden nachfolgend näher erläutert.

2.5.3 Weitere Rechnungsarten

Neben den eben erwähnten Abschlags- und Schlussrechnungen gibt es noch weitere relevante Rechnungsarten. In der nachstehenden Aufzählung werden zwei Modelle genauer beschrieben.

- **Teilschlussrechnungen:** Diese Rechnungsart ist mit Schlussrechnungen gleichzusetzen und ebenso zu behandeln. Teilschlussrechnungen werden üblicherweise nach vereinbarten und erbrachten Teilleistungen gestellt und sind spätestens 60 Tage nach Eingang zu bezahlen.⁶⁴ Die Erbringung, Übernahme und Nutzung der erbrachten zuvor terminlich vereinbarten Teilleistungen, sind Voraussetzungen für das Legen einer Teilschlussrechnung. Natürlich ist es für den AN von Vorteil Teilübernahmen durchzusetzen, um Teilschlussrechnungen stellen zu können, da in diesem Fall der Haftungsrücklass anstelle des Deckungsrücklasses greift und die Gewährleistungsfrist zu laufen beginnt.⁶⁵
- **Regierechnungen:** Nach *ÖNORM B 2110* [32] sind sämtliche Leistungen, die nach tatsächlichem Aufwand abgerechnet werden, als Regieleistungen zu werten. Dazu zählen z.B. Leistungsstunden oder Materialeinheiten. Regieleistungen werden in angehängte Regieleistungen und selbstständige Regieleistungen gegliedert.⁶⁶ Weiters fallen Regieleistungen nur dann an, wenn für die zu erfüllende Leistung keine passende Position im LV vorhanden ist und der AG die Durchführung der Arbeiten explizit in Regie beauftragt. Bevor allerdings mit der Ausführung von Regiearbeiten begonnen werden kann, müssen AN und AG die Art und den Umfang der Arbeiten, die Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte, sowie die Umstände (Nachtarbeit, Feiertagsstunden, sonstige Erschwernisse etc.) ausverhandeln und gemeinsam festlegen. Die täglichen Regiearbeiten sind vom AN zu dokumentieren und dem AG rechtzeitig vorzulegen.⁶⁷ Die Abrechnung der Regieleistungen erfolgt monatlich und ist 30 Tage nach Eingangsdatum, sofern nicht anders vereinbart, fällig.⁶⁸

2.5.4 Sicherstellungen

Mit Sicherstellungen in der Rechnung muss eine Überbezahlung des Rechnungsstellers nicht befürchtet werden. Nachstehend lassen sich zwei Rechnungsrücklässe finden, welche für die Baubranche unerlässlich sind.

⁶³Vgl. [25] Kropik, S. 388

⁶⁴Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 34

⁶⁵Vgl. [25] Kropik, S. 388 f.

⁶⁶Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 9 f.

⁶⁷Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 25

⁶⁸Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 34

2.5.4.1 Deckungsrücklass

Ein Deckungsrücklass ist ausschließlich Inhalt einer Abschlagsrechnung, die ein GU seinem Bauherrn stellt und beträgt üblicherweise 5%, die vom Rechnungsbetrag abzuziehen sind, sofern keine andere Sicherstellung verwendet wird, welche die Ablöse des Deckungsrücklasses ermöglicht.⁶⁹ Der Deckungsrücklass in Teilrechnungen von Subunternehmern an das Bauunternehmen beträgt in der Regel 10%.

Durch den Deckungsrücklass ist sichergestellt, dass es zu keiner Überbezahlung des AN kommt und der vereinbarte Vertrag erfüllt wird.⁷⁰

2.5.4.2 Haftungsrücklass

Bei Schluss- bzw. Teilschlussrechnungen wird der Deckungsrücklass durch den Haftungsrücklass ersetzt und beträgt in der Regel 2%, welcher durch den Bauherrn vom Schlussrechnungsbetrag einbehalten wird, falls der AN den Gewährleistungs- und Schadenersatzansprüchen des AG nicht nachkommt.^{70,71} Der Haftungsrücklass in Schlussrechnungen von Subunternehmern an das Bauunternehmen beträgt erfahrungsgemäß 5%.

2.6 Qualitätssicherung und Dokumentation

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Qualitätssicherung (QS) und Dokumentation, welche in der Ausführung eine wichtige Rolle einnehmen. Es wird aufgezeigt, weshalb sie Anwendung finden und welche Vorteile sie mit sich bringen. Dabei wird nachstehend u.a. auf die QS und ihre Wichtigkeit sowohl für den Bauherren, dessen Örtliche Bauaufsicht (ÖBA), als auch für den Generalunternehmer (GU) eingegangen.

2.6.1 Qualitätssicherung im Bauverfahren

Die QS zählt bei der Entstehung eines Bauprojekts zu einem der wichtigsten Instrumente um die notwendige Qualität zu gewährleisten und im Zuge des Bauverfahrens den Kostenüberblick zu bewahren. Eine umfassende und gut ausgeführte QS senkt nachweislich sowohl die anfallenden Produktions- als auch die späteren Nutzungskosten. Folglich ist das Ziel die Vorbeugung und Prävention von Fehlern und Mängeln, welche im Laufe des Bauprozesses entstehen. Werden Mängel frühzeitig erkannt, kann schneller, besser und kostengünstiger reagiert werden. Mit zunehmendem Baufortschritt und erst späterem Erkennen von Mängeln steigen die Kosten für deren Behebung. Eine gute QS zeichnet sich dadurch aus, dass sie bereits in der Planung beginnt und mit der Fertigstellung bzw. Übergabe des Bauprojekts endet. Die unterschiedlichen Aufgaben in den jeweiligen Projektphasen, in denen die QS zum Einsatz kommt, sind in Abb. 2.10 ersichtlich.⁷² Dabei ist zu erwähnen, dass die QS in der vorliegenden Abbildung der Schweizer Norm entspricht und diese für Österreich ebenfalls angewendet werden kann.

⁶⁹ Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 36

⁷⁰ Vgl. [25] Kropik, S. 123

⁷¹ Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 36

⁷² Vgl. [9] Corak Engineering

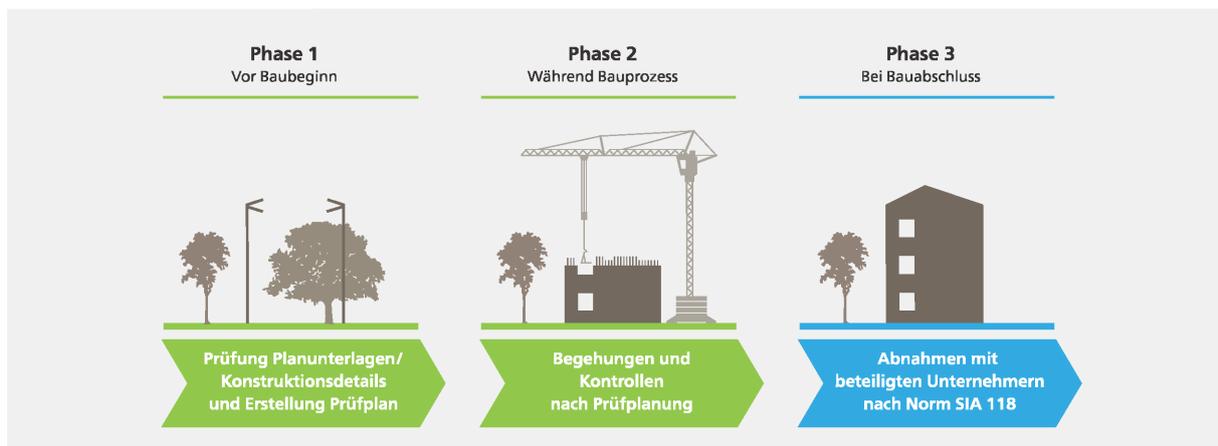


Abb. 2.10: Aufgaben der QS in unterschiedlichen Projektphasen nach Schweizer Norm SIA (Quelle: Corak Engineering [9])

Weiters gilt es in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass die QS nicht mit dem Qualitätsmanagement (QM), wie es fälschlicherweise oft praktiziert wird, gleichzusetzen ist. Die QS stellt lediglich einen Teil innerhalb des QM dar. Das QM befasst sich im Gegensatz zur QS nicht ausschließlich mit der Qualität von Produkten und Dienstleistungen, sondern mit allen unternehmerischen Prozessen, die zur Kundenzufriedenheit beitragen.⁷³

2.6.2 Qualitätsanforderungen ausführender Unternehmen

Die Qualitätsanforderungen im Bauwesen sind breit gefächert und beinhalten sowohl die Funktionalität, Architektur- und Ausführungsqualität, als auch die Einhaltung von Terminen und Kosten. Folgende Qualitätsanforderungen gelten für die Bauunternehmen:⁷⁴

- Totalunternehmer haben die Pflicht, den Anforderungen an die Funktionalität, die Architektur- und Ausführungsqualität sowie die Einhaltung der vereinbarten Termine und Kosten nachzukommen.
- Generalunternehmer (GU) müssen für gewöhnlich die Ausführungsqualität und die Einhaltung der vereinbarten Termine und Kosten gewährleisten.
- Bauleistungen werden zum Teil auch als Einzelleistung an Einzelleistungsträger, also Subunternehmer, vergeben. Diese müssen erfahrungsgemäß nur ihrer Ausführungsqualität inklusive der vereinbarten Termine und Einheitspreise für ihr Gewerk bzw. ihre Einzelleistung nachkommen.

Eine ordnungsgemäße QS erfordert eine darauf aufbauende und nachvollziehbare Dokumentation des Bauablaufs. In den nächsten Abschnitten wird näher auf die Baudokumentation und deren Ausführungsmöglichkeiten eingegangen.

2.6.3 Dokumentation im Bauwesen

Die Dokumentation im Bauwesen umfasst die langfristige Sicherstellung wichtiger Projektunterlagen sowie die Auswertung derselben, um notwendige Informationen zu erhalten. Alle

⁷³Vgl. [8] Concept Pro

⁷⁴Vgl. [14] Girmscheid, S. 277

vorkommenden Ereignisse und die daraus resultierenden Folgen bzw. Maßnahmen, sind durch den gesamten Bauablauf hindurch schriftlich festzuhalten.⁷⁵ Dabei sollten alle baubeteiligten Vertragspartner an einer gemeinsamen Dokumentation arbeiten, um spätere Unklarheiten zu vermeiden. Das Ziel einer Dokumentation ist das frühzeitige Erkennen einer SOLL/IST-Abweichung. Treten Verzögerungen im Bauablauf auf, so kann mit der vorhandenen Dokumentation die Ursache gefunden und mögliche Lösungsansätze ausgearbeitet werden.⁷⁶

Die Dokumentation für den AN dient in erster Linie zur Festhaltung der erbrachten und mängelfreien Leistung, um die im Vertrag vereinbarte Qualität zu erfüllen. Ferner kann, wie bereits erwähnt, das Bauunternehmen dadurch Verzögerungen erkennen und entsprechend darauf reagieren. Im Gegensatz zum AN, der während der Ausführungsphase eine aktive Dokumentationsrolle einnimmt, befindet sich der AG auf der passiven Seite. Die Dokumentation dient ihm vor allem als Überwachungs- und Entscheidungsinstrument während der Bauphase. In Abb. 2.11 wird veranschaulicht, welche Rollen die jeweiligen Vertragspartner einnehmen und welche Anforderungen an die Dokumentation für AN und AG gelten. Beide Seiten haben betreffend der Dokumentation unterschiedlichste Aufgaben zu erfüllen, um gemeinsam das Ziel einer lückenlosen Baudokumentation zu erreichen und schließlich zusammen ein Projekt bestmöglichst abzuwickeln. Zudem wird deutlich, dass der AG während eines Projekts nicht nur eine passive, sondern auch eine aktive Rolle einnimmt, die er allerdings hauptsächlich in der Projektvorbereitung ausübt.⁷⁶

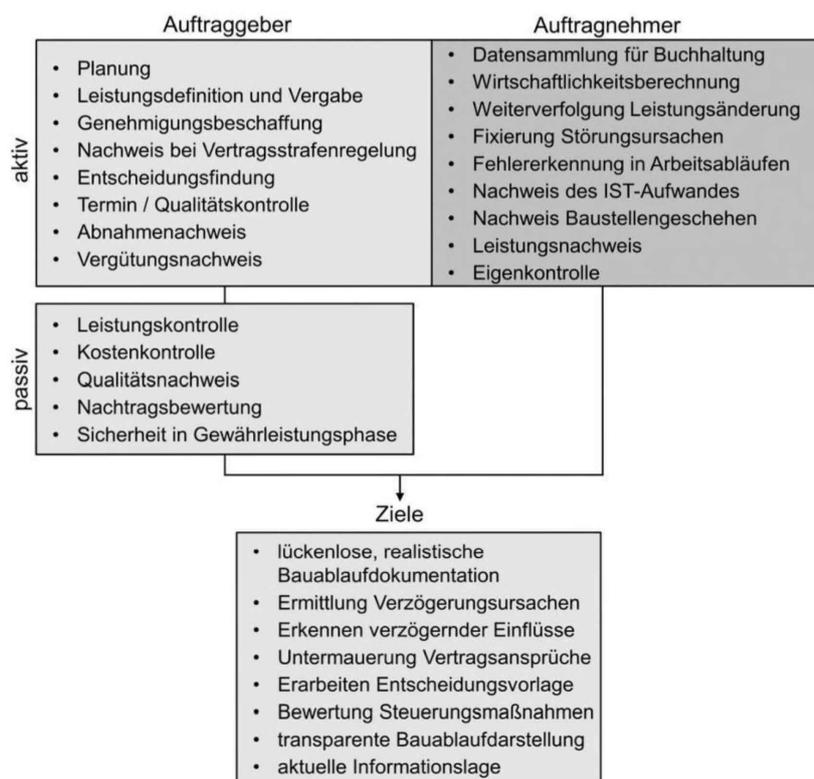


Abb. 2.11: Anforderungsprofil und Rollenverteilung der Dokumentation (Quelle: Kochendörfer et al. [22, S. 144])

⁷⁵Vgl. [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15, S. 20

⁷⁶Vgl. [22] Kochendörfer et al., S. 143 ff.

2.6.4 Bauspezifische Dokumentationsmöglichkeiten

Für die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Leistungen gibt es eine Vielzahl an etablierten Dokumentationsmöglichkeiten. Die wesentlichsten und im Bauwesen am häufigsten vorkommenden Varianten sind in Abb. 2.12 und nachstehend detailliert erläutert:⁷⁷

- **Planlieferlisten**

Einer der häufigsten Gründe für Verzögerungen im Bauablauf sind nicht rechtzeitig fertiggestellte und übermittelte Planunterlagen. Zu diesem Zweck sollte vorab ein Terminplan erstellt werden, sodass alle Projektbeteiligten wissen, wann welche Pläne zu liefern sind. Diese Terminplanung hat stets unter Berücksichtigung des Baufortschritts zu erfolgen. Mit einer Planlieferliste kann schließlich dokumentiert und abgeglichen werden, ob alle Projektunterlagen rechtzeitig an die jeweiligen Beteiligten übermittelt wurden.

- **Besprechungsprotokolle**

Während des Bauprozesses werden regelmäßig Besprechungen mit allen wichtigen Projektbeteiligten geführt. Das Ziel solcher Besprechungen ist es, gemeinsam Probleme zu lösen, Entscheidungen zu treffen und die Termine zu überwachen. Grundsätzlich nimmt die zuständige Projektleitung alle in der Baubesprechung vorkommenden Inhalte und deren Ergebnisse schriftlich auf und sendet diese an die Projektbeteiligten.

- **Bautagesberichte**

Der Bautagesbericht zählt zu den wichtigsten und notwendigsten Dokumentationsinstrumenten. Dieser wird vom AN – in der Regel vom Polier – geführt und anschließend an den AG zur Prüfung übergeben. In diesem Bericht werden alle Ereignisse, Geschehnisse und Störungen, welche im Bauablauf auftreten, festgehalten. Der Bautagesbericht ist neben dem Terminplan und dem LV ein von den Vertragspartnern anerkanntes und unumgängliches Dokumentationsmittel, um den Bauablauf nachbilden zu können. Folgende Punkte sollten im Bautagesbericht enthalten sein:

- Witterungsverhältnisse auf der Baustelle und dadurch verursachte Ausfälle
- Dokumentation der eingesetzten Arbeitskräfte, Großgeräte etc.
- Angaben zur täglichen Arbeitszeit, Nachtschichten etc.
- Informationen zu den Tätigkeiten bzw. Arbeitsabschnitten
- Einflüsse auf der Baustelle, die zu Verzögerungen bzw. Behinderungen geführt haben inkl. Beginn, Dauer und Ende der Störungen

- **Video- und Fotodokumentation**

Zwecks Beweissicherung und Dokumentation wird heutzutage verstärkt auf Videos und Fotos zurück gegriffen. Der Vorteil liegt klar in der kostengünstigen Ausführung und der Vielzahl an Aufnahmemöglichkeiten. Vor allem werden damit Zustände erfasst, die später nicht mehr ersichtlich sind. Dabei ist zu beachten, dass die Aufnahmen stets vom selben Standpunkt aus erfolgen sollten, um eine Vergleichbarkeit der Bilder zu ermöglichen. Informationen zu Datum, Uhrzeit und Inhalt der Aufnahmen sollten ebenfalls digital mitdokumentiert werden.

- **SOLL/IST – Vergleiche**

Mittels Vergleich der SOLL- und IST – Werte wird festgestellt, ob die vertraglich vereinbarte Qualität zum vertraglich vereinbarten Zeitpunkt geliefert werden kann. Dieser Vergleich

⁷⁷Vgl. [22] Kochendörfer et al., S. 145 ff.

erfolgt laufend und hat das Ziel, Abweichungen frühzeitig zu erkennen, um entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten.

- **Behinderungsanzeigen**

Behinderungsanzeigen sind bei gestörten Bauabläufen das wichtigste Dokumentationsmittel. Der AN weist auf diesem Wege Behinderungen nach und bildet so die Grundlage für spätere Mehrkostenforderungen (MKF). In der Regel muss der AN beim AG die Behinderung nicht nur ankündigen, sondern diese auch über Beginn und Ende der Störung informieren. Erst nach Prüfung der Dokumentation kann entschieden werden, ob eine MKF berechtigt ist oder nicht.

- **Inverzugsetzungen**

Die Inverzugsetzung wird vom AG verwendet um den AN auf terminliche Abweichungen hinzuweisen und ihn folglich zum Handeln aufzufordern. Sie bildet das Pendant zur Behinderungsanzeige des AN.

- **Mängelanzeigen**

Die erbrachte Leistung ausführender Unternehmen wird mit Beginn der Arbeiten kontinuierlich festgehalten und nach Beendigung abgenommen. Werden bei der Abnahme dieser Leistungen Mängel festgestellt, so sind diese mittels Mängelanzeigen entsprechend zu dokumentieren. Der AN ist verpflichtet, aufgenommene Mängel, sofern sie in dessen Sphäre und innerhalb der Gewährleistungsfrist liegen, auf eigene Kosten zu beseitigen.

- **Planänderungstestate**

Planänderungstestate werden verwendet, um sämtliche Änderungen notwendiger Planunterlagen zu dokumentieren und dienen als Ergänzung zu den Planlieferlisten.



Abb. 2.12: Zeitliche Darstellung aller Dokumentationsmitteln in den unterschiedlichen Projektphasen (Quelle: Kochendörfer et al. [22, S. 149])

Einige dieser Dokumentationsmöglichkeiten aus Abb. 2.12 haben in der jüngsten Vergangenheit den Wandel zu einer digitalen Dokumentation vollzogen. Diese Entwicklung wird in der vorliegenden Diplomarbeit in Kapitel 4 aufgezeigt und analysiert.

2.7 Leistungsabweichungen und Änderungen

In der *ÖNORM B 2110* [32] wird eine Leistungsabweichung als Änderung des Leistungsumfangs infolge einer Störung während der Leistungserbringung, die nicht auf den AN zurückzuführen ist oder infolge einer Leistungsänderung, welche durch den AG beauftragt wird, definiert. Leistungsabweichungen, die vom AG angeordnet werden, sind in der Regel Qualitätsänderungen.⁷⁸ Leistungsabweichungen bzw. Änderungen sind in der Praxis keine Seltenheit. Die Ursachen, Auswirkungen und Folgen dieser Leistungsänderungen beschreibt der nächste Abschnitt.

2.7.1 Ursachen und Folgen

Die *ÖNORM B 2110* [32] besagt, dass der AG berechtigt ist, zusätzliche Leistungen bzw. die Änderung des Leistungsumfangs anzuordnen, solange diese dem AN zumutbar sind und es für das Erreichen des Leistungsziels notwendig ist. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Bauzeit und das Entgelt sind dementsprechend anzupassen.⁷⁹

Grundsätzlich stellt eine Leistungsabweichung stets eine Änderung des Bau – SOLL dar. Bestell- und Planänderungen des AG sind in der Regel die Ursache dafür, dass sich das Bau – SOLL ändert und stellen eine typische Leistungsänderung dar. Oftmals kann in der Praxis aber keine exakte Abgrenzung zwischen Leistungsänderung und Leistungsstörung getroffen werden. Leistungsänderungen sind in manchen Fällen sogar der Auslöser für Störungen, welche den Bauablauf für gewöhnlich wesentlich beeinträchtigen. Da das Bauunternehmen im Voraus alle notwendigen Ressourcen eingeplant und eingeteilt hat, können nachträgliche Anpassungen nicht immer sofort veranlasst werden.⁸⁰ Vorbeugende Maßnahmen, um Leistungsabweichungen frühzeitig abwenden zu können, sind u.a. eine zuverlässige Projektorganisation, eine vollständige Ausschreibung und eine sorgfältige Ausführungsplanung. Tatsächlich sind aber Leistungsabweichungen im Zuge eines Bauablaufs auf Dauer nicht unvermeidbar. Besonders unvorhergesehene Verhältnisse im Baugrund und zusätzlich notwendige Sanierungsmaßnahmen bei Bestandsbauten führen zu Abweichungen der ursprünglich angedachten Arbeiten und zudem zu Konflikten zwischen AG und AN. Nichts desto trotz besitzt der AG ein Leistungsänderungsrecht und darf von diesem Gebrauch machen. Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, dass es für den AN zumutbar und für das Erreichen des Leistungsziels notwendig ist. Der AN muss seiner Vorleistungspflicht nachkommen und darf im Falle des Eintretens von Leistungsänderungen seine Arbeiten nicht niederlegen. Die Vorleistungspflicht dient u.a. der Prüfung, ob eine strittige Leistung im ursprünglichen Vertrag vereinbart war, oder ob es sich tatsächlich um eine Leistungsabweichung handelt. Entsprechend dieser Prüfung wird die Anzahl und Höhe der MKF bestimmt und dem AG zur Durchsicht übermittelt.⁸¹

2.7.2 Korrekte Vorgehensweise bei Mehrkostenforderungen

MKF sind Vergütungsansprüche für zusätzliche, während dem Bauablauf entstandene Leistungen, die weder im Leistungsverzeichnis noch im Bauvertrag aufscheinen. Die Ursachen und die

⁷⁸Vgl. [32] *ÖNORM B 2110*: 2013-03-15, S. 9

⁷⁹Vgl. [32] *ÖNORM B 2110*: 2013-03-15, S. 27

⁸⁰Vgl. [31] Müller und Goger, S. 19

⁸¹Vgl. [23] Kodek et al., S. 91 ff.

Begründung von MKF sind unterschiedlich. Oftmals wünscht der Bauherr bestimmte Änderungen, welche zum Teil auch von größeren Umfang sind. Andere Leistungsänderungen, zufolge von bestimmten Umständen oder Unvorhergesehenem, wie dem Baugrund, sind ebenfalls möglich.⁸²

Um sich Komplikationen bei der Abrechnung der MKF mit dem AG zu sparen, sollte der AN entsprechend korrekt vorgehen. Dabei ist es wichtig, anstehende Leistungsänderungen dem Bauherrn vorab bekannt zu geben. Eine schriftliche Beauftragung für zusätzliche Arbeiten ist vom AG einzuholen, bevor mit der Ausführung begonnen wird.⁸²

Ändern sich aufgrund der zusätzlich beauftragten Leistung Preise und Termine, so ist ein Zusatzangebot und ein überarbeiteter Terminplan ebenfalls zu erstellen. Grundsätzlich muss das ausführende Unternehmen die MKF beim Bauherrn anmelden und ihn über den Grund und die Höhe der Kosten informieren.⁸² Eingereichte MKF werden von AG Seite zunächst auf Plausibilität und Notwendigkeit geprüft. Das Resultat dieser Prüfung endet entweder in einer Anerkennung oder Ablehnung der gestellten MKF.

2.8 Projektabschluss und Mängelmanagement

Der Projektabschluss erfolgt mit der Übergabe des fertiggestellten Bauwerks an den Bauherrn. Mit der Abnahme durch den AG treten auch wichtige vertragliche Aspekte in Kraft:⁸³

- Stellung der Schlussrechnung
- Beginn der Gewährleistungsfrist
- Beendigung der Leistungserbringungsgarantie
- Vertraglich geregelte Beweislastumkehr der Mängel

Sobald die beauftragten Arbeiten beendet sind, verständigt der zuständige Bauleiter den Bauherrn schriftlich über die Fertigstellung der Leistungen. Der Ablaufprozess der Abnahme wird im Vorhinein zwischen den Vertragspartnern festgelegt und im Bauvertrag niedergeschrieben. Die Abnahme erfolgt für gewöhnlich durch eine gemeinsame Begehung des Bauwerks. Deren Zweck ist es u.a. bereits bekannte, oder neu entdeckte Mängel aufzunehmen. Das ausführende Bauunternehmen haftet für nicht sorgfältige Arbeiten, Verwendung von ungeeigneten Baustoffen, Abweichungen gegenüber Plänen und dem LV, Nichteinhaltung von Vorschriften und dem Stand der Technik. Bei der Abnahme festgestellte Mängel sind vom AN innerhalb einer festgesetzten Frist zu beseitigen. Mängel, welche nicht in der Sphäre des AN liegen, aber dennoch beanstandet werden, obwohl sie ursprünglich vom Bauherrn genauso beauftragt wurden, sind vom Bauleiter festzuhalten. Dieser muss in diesem Fall bei der Anordnung der gewünschten Leistungen seiner Prüf- und Warnpflicht nachkommen und den Bauherrn rechtzeitig auf potenziell entstehende Probleme hinweisen. Mängel entstehen u.a. aus der Leistungsbeschreibung des AG, den Anordnungen des Bauherrn und den Arbeiten der Nachunternehmer.⁸³

Natürlich ist es stets das Ziel eines Bauleiters, das Bauwerk möglichst mängelfrei auszuführen, da eine spätere Beseitigung in den meisten Fällen sehr teuer ausfällt und dementsprechend das Ergebnis der Baustelle negativ beeinflusst. Die Mängel spielen bei der Abnahme des Projekts eine wesentliche Rolle und können in folgende Kategorien gegliedert werden:⁸³

- Abnahme des mängelfreien Projekts

⁸²Vgl. [16] Goger, S. 144 ff.

⁸³Vgl. [14] Girmscheid, S. 498 ff.

- Abnahme bei unwesentlichen Mängeln
- Nicht Abnahme bei wesentlichen Mängeln
- Abnahme trotz wesentlicher Mängel

Nach erfolgter Übergabe, Abnahme, Mängelbeseitigung und Schlussrechnungslegung erfolgt die Schlusszahlung, welche in der Regel um den Gewährleistungseinbehalt gekürzt wird. Eine von der Bank des Bauunternehmens ausgestellte Gewährleistungsgarantie wirkt dem entgegen. Das Bauprojekt gilt mit der Schlussrechnung als vorläufig beendet. Der endgültige Projektabschluss endet mit dem Ende der Gewährleistungsfrist.⁸³

Der Mangel, auch Baumangel genannt, stellt per Definition eine Abweichung des IST – Zustandes vom gewünschten und vereinbarten SOLL – Zustand dar, oder entspricht grundsätzlich nicht den Regeln der Technik. Im Folgenden werden die auftretenden Mängel im Bauprozess genauer beschrieben.^{84,85}

Unerheblicher Mangel

Unerhebliche Mängel sind in der Regel minimale und unvermeidbare Unregelmäßigkeiten, wie kleine Risse, geringe Unebenheiten und kurzfristiges Feuchtigkeitsauftreten, die im Allgemeinen von den späteren Nutzern nicht als Mangel bewertet werden. Allerdings gibt es auch Bauherren, die selbst mit solchen Punkten nicht zufrieden sind und diese beanstanden. Die Folge ist ein Konflikt der Vertragspartner, in dem es zu klären gilt, ob es sich nun um eine geringe Unregelmäßigkeit oder um einen gewährleistungspflichtigen Mangel handelt. Aufgrund von Witterungsbedingungen, Bodenverhältnissen, technischen Gegebenheiten und sonstigen unvorhergesehenen Ereignissen, sind einwandfreie Bauwerke ohne geringfügige Abweichungen in der Praxis nicht realisierbar.

Optischer Mangel

Optische Mängel beeinflussen das Erscheinungsbild wesentlich, sind allerdings für die technische Funktion des Bauwerks nicht relevant. Die Beurteilung solcher Mängel hat stets unter den richtigen Bedingungen stattzufinden. Der richtige Blickwinkel, der Betrachtungsabstand und die Lichtverhältnisse sind beispielsweise solche Kriterien und wirken sich entscheidend auf die Beurteilung aus.

Maßabweichungen

Zur Kontrolle und Überprüfung bestimmter Planmaße wird auf der Baustelle oder beim fertigen Bauwerk das Naturmaß genommen und potenzielle Abweichungen dokumentiert. Dabei werden u.a. Abmessungs-, Winkel-, Ebenheits- und Fluchtabweichungen festgestellt. Da eine fehlerlose Ausführung praktisch unmöglich ist und deshalb Maßabweichungen unvermeidbar sind, dient die *ÖNORM DIN 18202* [40] hierbei als Hilfestellung. Darin sind zulässige Maßabweichungen beinhaltet, die einen gewissen Spielraum ermöglichen und an die es sich zu halten gilt.⁸⁶

Technischer Mangel

Technische Regeln, Normen und Verarbeitungsrichtlinien bilden die Voraussetzung, um ein Bauwerk technisch einwandfrei ausführen zu können. Werden diese Vorgaben während des Bauprozesses nicht eingehalten, sind technische Mängel die Konsequenz. Die Feststellung der Funktionsbeeinträchtigung und Auswirkungen auf die Gebrauchstauglichkeit sind wesentliche Punkte bei der Beurteilung technischer Mängel.

⁸⁴Vgl. [12] Forum Verlag Herkert GmbH

⁸⁵Vgl. [25] Kropik, S. 487 ff.

⁸⁶Vgl. [40], S. 4 f.

Versteckter Mangel

Selbstverständlich kann bei der Abnahme und gleichzeitiger Mängelbegehung eines Projekts nicht alles bis ins kleinste Detail erfasst werden, weshalb gewisse Baumängel erst später auffallen. Wird also ein Mangel erst nach Übergabe des Bauwerks festgestellt, gilt dieser als versteckter Mangel und muss ebenfalls vom Bauunternehmen beseitigt werden, sofern er sich noch innerhalb der Gewährleistungsfrist befindet.

In weiterer Folge dieser Diplomarbeit, wird näher auf die bereits behandelten Kapitel der Baustelleneinrichtung, der Bauzeitplanung und der Baudokumentation eingegangen. Anhand eines realen GU-Bauvorhabens, wird der Ablauf dieser Projektschritte auf konventionelle und digitale Weise dargestellt. Folglich werden die beiden Verfahrensvarianten gegenübergestellt und analysiert. Das Ziel dahinter ist, Arbeitsvorgänge im Bauablauf zu erkennen, welche aufgrund des technischen Fortschritts digitalisiert werden können bzw. bereits digital umsetzbar sind. Die daraus resultierenden Auswirkungen und ihre Bedeutung auf die Bauprozessplanung sind zu erfassen.

Kapitel 3

Konventionelle Bauprozessplanung

In diesem Kapitel wird anhand eines tatsächlich ausgeführten Bauvorhabens die gesamte Baustelle in puncto Baustelleneinrichtung, Bauzeit und Qualitätssicherung durchgeplant, sodass alle notwendigen Schritte der Arbeitsvorbereitung dargestellt werden, die ein klein oder mittelständisches Bauunternehmen bereits bei Beginn der Bauausführung zu leisten hat. Weiters ist es das Ziel, einen optischen Datenfluss zu erhalten, in dem sämtliche anfallenden Prozesse und Beziehungen einzelner Vorgänge der oben genannten Punkte dargestellt werden. An dieser Stelle sei erneut festgehalten, dass jedes Bauvorhaben immer eine neue Herausforderung darstellt und von zahlreichen beeinflussbaren und nicht beeinflussbaren Faktoren abhängt. Folglich können die behandelten Elemente nicht konsequent auf andere Projekte übertragen werden, sondern verlangen immer spezifische Anpassungen.

3.1 Projektherangehensweise

Das zu bearbeitende Bauvorhaben befindet sich in Klosterneuburg (NÖ) und wird in Abb. 3.1 am Lageplan dargestellt. Das türkise Rechteck in der Abbildung stellt das Grundstück dar, auf dem das neue Bauprojekt mit einer Tiefgarage und insgesamt fünf Geschossen, welche in Summe 20 Wohneinheiten aufweisen, errichtet werden soll. Sowohl bei Beginn der Arbeitsausführung, als auch bei der Angebotsabgabe ist es wichtig, sich einen groben Überblick über die Verhältnisse vor Ort zu verschaffen.

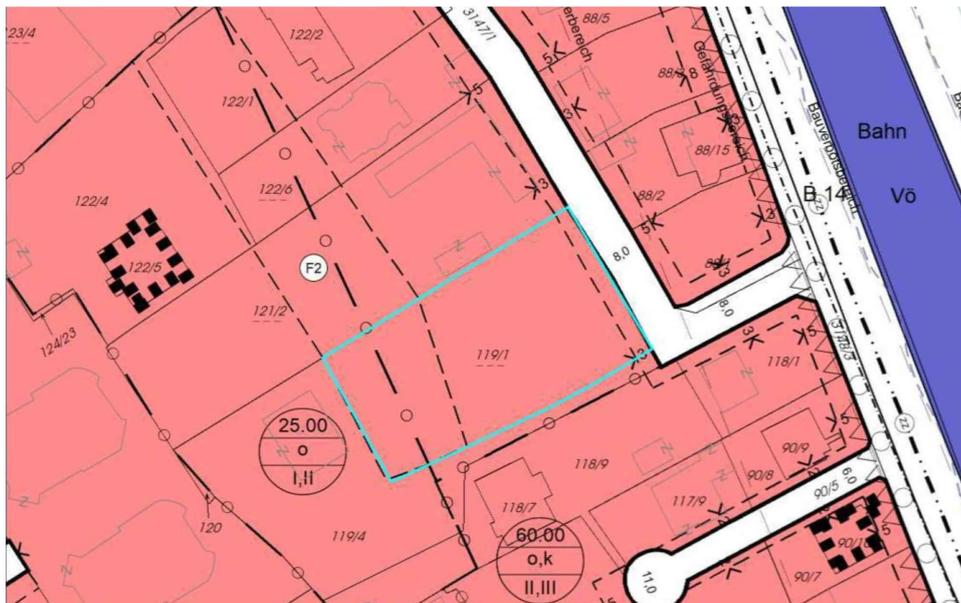


Abb. 3.1: Lageplan des Projektgrundstücks (Quelle: WebCity Klosterneuburg [43])

Zur besseren Übersicht wird das Grundstück, wie in Abb. 3.2 ersichtlich, digital ausgemessen und anhand eines Satellitenbildes analysiert. Aus Abb. 3.3 geht hervor, dass sich das Grundstück weder auf einer Haupt- noch auf einer Durchzugsstraße befindet, sondern in einer Nebenstraße liegt. Weiters entsteht ein erster Eindruck über die örtlichen Gegebenheiten im unmittelbaren Umfeld. Die virtuelle Besichtigung ersetzt aber niemals die Baustellen-Erstbegehung, die konsequent bei jedem Projekt durchgeführt werden muss. Derartig relevante Informationen sind stets vor Angebotserstellung bzw. Ausführungsbeginn zu evaluieren.

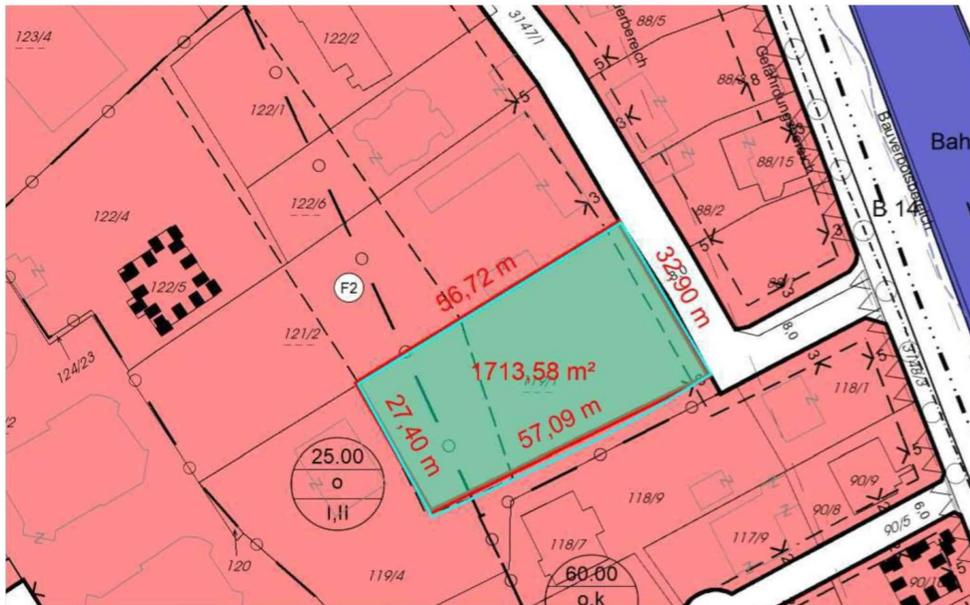


Abb. 3.2: Digitale Grundstücksabmessung (Quelle: WebCity Klosterneuburg [43])

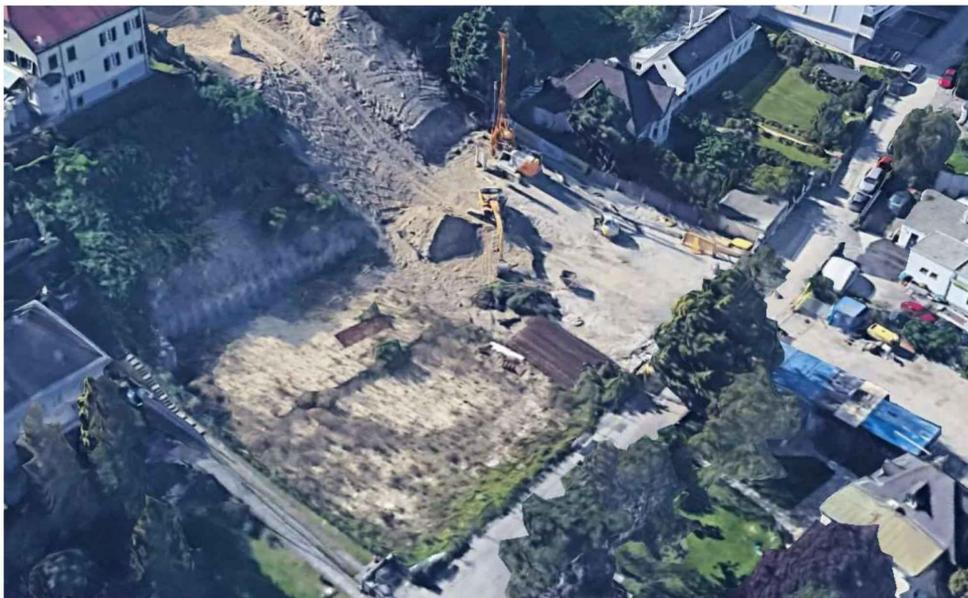


Abb. 3.3: Visuelle Darstellung des Grundstücks (Quelle: Google Earth)

Auf Basis von Lageplan und Ansichten des zuständigen Planers, erhält das ausführende Unternehmen eine konkrete Vorstellung des geplanten Bauvorhabens.⁸⁷ In Abb. 3.4 und Abb. 3.5 wird deutlich, dass es sich beim vorhandenen Grundstück nicht nur um eine ebene Fläche handelt, sondern ebenso teilweise ein Hang vorliegt, welcher in der Ausführungsphase berücksichtigt werden muss. Eine Hangsicherung wird im Zuge des Bauablaufs notwendig, damit das Arbeiten in der Baugrube sichergestellt ist.

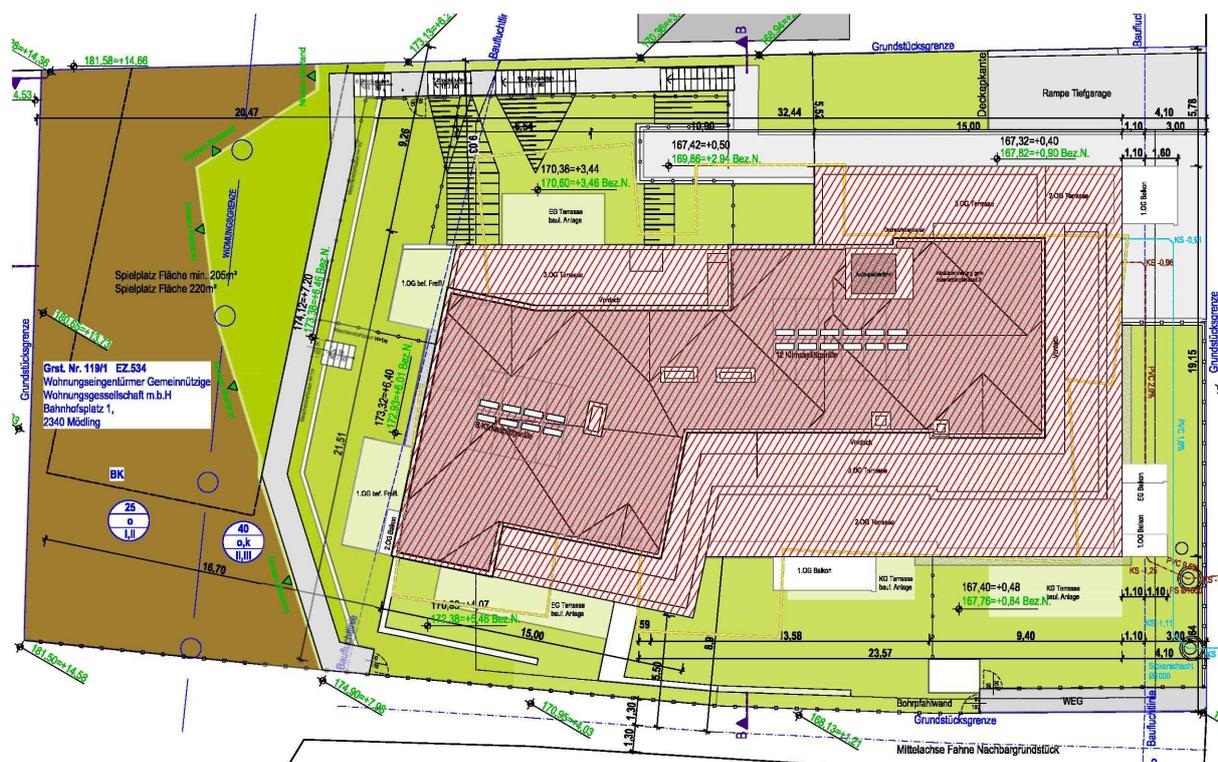


Abb. 3.4: Lageplan des zu errichtenden Bauprojekts (Quelle: Kosaplaner GmbH)



Abb. 3.5: Süd- und Ostansicht des verwendeten Bauprojekts (Quelle: Kosaplaner GmbH)

Mit den soeben vorgestellten Projektinformationen wird im nächsten Abschnitt der Personalbedarf anhand der Gesamterrichtungskosten für das vorliegende BVH ermittelt.

⁸⁷ Sämtliche Pläne in dieser Diplomarbeit wurden mit dem Einverständnis der jeweiligen Unternehmen zur Verfügung gestellt.

Abschätzung des Personalbedarfs

Für die Ermittlung des Personalbedarfs müssen zuerst die Errichtungskosten je m² Wohnnutzfläche (WNF) für das Bauwerk berechnet werden. Erfahrungswerte aus einschlägiger Fachliteratur oder Nachkalkulationen ausführender Bauunternehmen dienen als Berechnungshilfe. Ebenso zu berücksichtigen ist die in Abb. 3.6 dargestellte Entwicklung der Baukosten. Die Preisbasis des Baukostenindex (BKI) bezieht sich auf den Jahresdurchschnitt im Jahr 2020. Ein Vergleich zu heute zeigt eine Gesamterhöhung im Wohnungsbau um mehr als 20%. Unter Berücksichtigung dieser Kostenentwicklung werden die Errichtungskosten für das vorhandene Bauvorhaben auf 2500 €/m² geschätzt. Im Vergleich dazu beliefen sich die Errichtungskosten im Jahr 2020 nach der unten stehenden Abbildung für dasselbe BVH noch auf rund 2230 €/m². Hier ist zu erwähnen, dass sich die Bauwerkskosten ausschließlich auf die anfallenden Kosten für die Errichtung des Bauwerks samt Baugrubensicherung und Tiefgarage beziehen. Die allgemeinen Geschäftskosten, wie beispielsweise die Zentralregie sind nicht in den oben angeführten Kosten miteinkalkuliert. Dasselbe gilt für Risiko, Gewinn und Skonto, da dies möglicherweise die Zahl der Arbeiter verfälschen könnte.

Ergebnisse im Überblick: Baukostenindex Gesamtbaukosten Basisjahr 2020

Jahr/Monat	Wohnhaus- und Siedlungsbau			Straßenbau			Brückenbau			Siedlungswasserbau ²⁾			
	Insgesamt	Veränderung in % gegenüber dem ¹⁾		Insgesamt	Veränderung in % gegenüber dem ¹⁾		Insgesamt	Veränderung in % gegenüber dem ¹⁾		Insgesamt	Veränderung in % gegenüber dem ¹⁾		
		Vormonat	VJ/VJM		Vormonat	VJ/VJM		Vormonat	VJ/VJM		Vormonat	VJ/VJM	
Ø 2020	100,0			100,0			100,0			100,0			
Ø 2021	110,4		10,4	108,0		8,0	114,2		14,2	107,7		7,7	
2022													
	III.*)	121,1	4,6	15,2	125,7	9,2	21,6	128,4	7,4	20,3	119,8	5,1	15,5
	II.*)	115,8	0,7	11,5	115,1	1,1	12,5	119,5	0,4	13,2	114,0	1,0	11,0
	I.	115,0	1,2	11,9	113,9	1,3	12,5	119,0	1,0	14,5	112,9	1,7	11,0
2021													
	XII.	113,6	-0,1	12,6	112,4	-0,3	12,1	117,8	-0,6	16,4	111,0	0,0	10,2
	XI.	113,7	-0,2	13,1	112,7	0,7	12,8	118,5	-0,3	17,8	111,0	0,2	10,6
	X.	113,9	-0,3	13,4	111,9	1,4	12,0	118,9	-0,3	18,8	110,8	0,5	10,4
	IX.	114,2	-0,2	14,0	110,4	0,3	10,7	119,3	-0,3	19,7	110,3	0,2	10,1
	VIII.	114,4	0,6	14,2	110,1	0,1	10,2	119,6	0,4	20,0	110,1	0,1	9,8
	VII.	113,7	1,2	13,7	110,0	1,1	10,2	119,1	1,6	19,5	110,0	0,9	9,8
	VI.	112,4	1,7	12,4	108,8	1,1	9,5	117,2	2,5	17,6	109,0	1,6	9,1
	V.	110,5	3,4	10,3	107,6	2,0	8,4	114,3	4,5	14,5	107,3	2,3	7,7
	IV.	106,9	1,7	7,4	105,5	2,0	6,0	109,4	2,5	10,1	104,9	1,2	5,7
	III.	105,1	1,2	5,6	103,4	1,1	3,2	106,7	1,0	7,2	103,7	1,0	4,5
	II.	103,9	1,1	4,4	102,3	1,1	1,6	105,6	1,6	5,6	102,7	1,0	3,0
	I.	102,8	1,9	3,3	101,2	0,9	0,1	103,9	2,7	3,6	101,7	1,0	1,6
2020													
	XII.	100,9	0,4		100,3	0,4		101,2	0,6		100,7	0,3	
	XI.	100,5	0,1		99,9	0,0		100,6	0,5		100,4	0,0	
	X.	100,4	0,2		99,9	0,2		100,1	0,4		100,4	0,2	
	IX.	100,2	0,0		99,7	-0,2		99,7	0,0		100,2	-0,1	
	VIII.	100,2	0,2		99,9	0,1		99,7	0,0		100,3	0,1	
	VII.	100,0	0,0		99,8	0,4		99,7	0,0		100,2	0,3	
	VI.	100,0	-0,2		99,4	0,1		99,7	-0,1		99,9	0,3	
	V.	100,2	0,7		99,3	-0,2		99,8	0,4		99,6	0,4	
	IV.	99,5	0,0		99,5	-0,7		99,4	-0,1		99,2	0,0	
	III.	99,5	0,0		100,2	-0,5		99,5	-0,5		99,2	-0,5	
	II.	99,5	0,0		100,7	-0,4		100,0	-0,3		99,7	-0,4	
	I.	99,5			101,1			100,3			100,1		

Q: STATISTIK AUSTRIA. Erstellt am 15.04.2022 - *) vorläufige Werte: Wohnhaus- und Siedlungsbau, Straßen- und Brückenbau T+75 endgültig. - Ab Berichtsmont Jänner 2021 Revision der Bausparten Wohnhaus- und Siedlungsbau sowie Straßen- und Brückenbau mit Jahresdurchschnitt 2020=100; für diese Bausparten gelten für das Jahr 2020 die Werte der Basis 2015, die für das Jahr 2020 umbasiert wurden. Durch die Umbasierung ist ein Vergleich nur bedingt möglich, da den Werten der Jahre 2020 und 2021 unterschiedliche Warenkörbe und Gewichtungsschemata zugrunde liegen. - 1) VJ: Vorjahr, VJM: Vorjahresmonat.

Abb. 3.6: Baukostenindex (Quelle: Statistik Austria [39])

Die in Summe anfallenden Errichtungskosten für das gewählte Bauvorhaben lassen sich bei einer WNF von 1600 m² wie folgt berechnen:

Gesamterrichtungskosten für die vorliegende Wohnhausanlage

$$2500 \text{ €/m}^2 \cdot 1600 \text{ m}^2 = 4,00 \text{ Mio €}$$

Für die weitere Berechnung gelten folgende kalkulatorische Annahmen, welche ein Bauunternehmen in der Regel aus Erfahrungswerten und Nachkalkulationen vorheriger Projekte ableiten kann.⁸⁸

- 50 % der Errichtungskosten fallen auf die Baumeisterarbeiten zurück
- 80 % der Baumeisterarbeiten sind in der Regel Rohbauarbeiten
- 50 % / 50 % Aufteilung in Lohn und Sonstiges
- 4,3 Arbeitswochen pro Monat (Wo/Mo)
- 39,0 Arbeitsstunden pro Woche (h/Wo)
- 42,00 €/h Mittellohnpreis für Arbeiter auf der Baustelle
- 12,50 % Gesamtzuschlag für Lohn, Betriebsstoffe, Geräte etc.

Mit den berechneten Errichtungskosten und den oben erwähnten Parametern lässt sich einerseits der Lohnanteil für die gesamten Rohbauarbeiten und andererseits die daraus resultierende Anzahl an beschäftigten Arbeitern vor Ort berechnen:

Berechnung des Personalbedarfs

Lohnanteil für Rohbauarbeiten:

$$4,00 \text{ Mio €} \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 800 \text{ 000 €}$$

Personalbedarf:

$$800 \text{ 000 €} \div (8 \text{ Mo} \cdot 4,3 \text{ Wo/Mo} \cdot 39 \text{ h/Wo} \cdot 42,00 \text{ €/h} \cdot 1,125) \approx 13 \text{ Arbeiter}$$

Die Dauer der Rohbauarbeiten samt Tiefgarage beträgt rund acht Monate, worauf in Abschnitt 3.3 näher eingegangen wird. Mit der ermittelten Arbeiteranzahl gilt es nun eine sinnvolle Zusammensetzung des Personals zu wählen. Eine mögliche Personaleinteilung ist in nachstehender Auflistung ersichtlich:

- 2 Vorarbeiter (15% des Arbeiterstandes)
- 2 Facharbeiter (15% des Arbeiterstandes)
- 4 angelernte Bauarbeiter (30% des Arbeiterstandes)
- 5 Bauhilfsarbeiter (40% des Arbeiterstandes)

Nach der ermittelten Personalanzahl richtet sich der Fokus in den nächsten Abschnitten auf die dazugehörige Baustelleneinrichtung, Bauzeitplanung und Baudokumentation. Dabei werden deren Vorgangsweisen für das vorliegende BVH präsentiert.

3.2 Baustelleneinrichtung

Bevor mit den eigentlichen Arbeiten begonnen werden kann, muss jede Baustelle vorab eingerichtet werden. Dazu zählen u.a. Baucontainer, Bauwasser, Baustrom und der Kran. Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit sämtlichen vorkommenden Elementen der Baustelleneinrichtung für das vorhandene Projekt.

⁸⁸Vgl. [17] Goger, S. 6

3.2.1 Standortwahl für den Kran

Die Krananzahl für ein Bauprojekt kann mittels diverser Richtwerte berechnet werden, worauf im vorliegenden Beispiel aufgrund der überschaulichen Größe des Bauvorhabens verzichtet wird. Für das vorhandene Projekt wird ein Kran angenommen, für den es einen passenden Standort zu finden gilt. Die Wahl des Kranstandortes ist ein äußerst bedeutender Faktor in der Ausführungsphase, bei der viele Punkte zu beachten sind. Durch die richtige Positionierung können Kosten, Zeit und Probleme im gesamten Bauablauf reduziert werden, weshalb es umso wichtiger ist, den idealen Kranstandort zu bestimmen.

Um beim vorhandenen Bauvorhaben den optimalen Standort festzulegen, werden u.a. Lageplan und Grundriss der Tiefgarage herangezogen. Diese Pläne sind deshalb so wichtig, weil im Lageplan zwar das Gebäude dargestellt wird, allerdings nicht die Geschosdecke über der Tiefgarage, die sich beinahe über die gesamte Grundstücksfläche erstreckt. Aufgrund der Tatsache, dass die benachbarten Grundstücke bebaut sind und auf einer Seite ein Hang vorhanden ist, scheiden diese Kranstandortmöglichkeiten aus. Eine Aufstellung auf der Zufahrtsstraße ist aufgrund des daraus resultierenden längeren Auslegers ebenfalls nicht effizient. Weiters ist neben der Auslegerlänge das maximale Lastmoment ein entscheidender Faktor für die Positionierung des Krans. Die Lage der schwersten zu verhebenden Last (z.B. Fertigteilstiegen) ist besonders zu beachten. Dabei muss die logistische Situation bei der Anlieferung von Bauteilen und die Stellplatzsituation an und neben dem Baufeld miteinbezogen werden. Zu beachten ist jedoch, nicht nur die Lage der schwersten Lasten im Bauwerk, sondern auch der Ausgangspunkt auf der Baustelle, von dem sie mit dem Kran verhooben werden. Letztendlich bleiben als Standortwahl nur die folgenden Optionen:

- Positionierung des Krans im Aufzugsschacht
- Aufstellen des Krans auf der zur Verfügung stehenden Grünfläche laut Abb. 3.4

Wird der Kran im vorderen Bereich platziert, also auf der im Lageplan ersichtlichen Gartenfläche, muss berücksichtigt werden, dass eine Deckenaussparung über der Tiefgarage notwendig ist. Diese muss nach der Demontage des Krans geschlossen werden. Zusätzlich sind weitere Nachteile, wie der Verlust von benötigter Lagerfläche vor Ort und eventuelle Koordinationsprobleme bei Folgearbeiten zu berücksichtigen. Schlussfolgernd erweist sich der Aufzugsschacht als idealer Kranstandort für das vorhandene Bauvorhaben. Von dort aus kann jeder Punkt auf der Baustelle optimal bedient und die dadurch gewonnene Fläche als Lager- und Abstellfläche genutzt werden. Beengte Platzverhältnisse durch eine Aufstellung auf der Grünfläche fallen somit ebenfalls weg. Das vorab betonierte Kranfundament wird Teil der Bodenplatte für die neue Wohnhausanlage, welches nach abgeschlossener Baugrubensicherung und den Erdarbeiten betoniert wird.

3.2.2 Berechnung des Lastmoments und der Kranhöhe

Im Zuge des Bauablaufs werden zu unterschiedlichen Phasen zahlreiche Baugüter, wie Krankübel, Bewehrung, Schalung und Fertigteile verhooben. Nun gilt es die schwerste Last zu eruieren und anhand dieser das maximale Lastmoment zu berechnen. Erfahrungsgemäß lässt sich sagen, dass Vollfertigteile aus Stahlbeton, wie Wände oder Stiegen, mit oder ohne Podest, die schwersten Lasten darstellen, sofern ein Bauprojekt in Fertigteilmbauweise ausgeführt wird. Im vorhandenen Beispiel besteht die Tiefgarage und Teile des Kellergeschosses aus Bohrpfählen sowie Ortbetonwänden und -decken. Ab dem Kellergeschoss bzw. Erdgeschoss werden hauptsächlich, aber nicht ausschließlich, Fertigteile verwendet. Als Bezugsgröße wird eine durchschnittliche Fertigteilmwand, wie im Anhang A.2 ersichtlich herangezogen. Das Gesamtgewicht der Wand beträgt rund

4,00 Tonnen. Diese Wand stellt das am schwersten zu verhebende Element dar und ist somit maßgebend für die Kranbemessung.

Die maximale Auslegerlänge, um alle Punkte im Bauwerk problemlos bedienen zu können, beträgt rund 30 m. Mit den vorhandenen Parametern kann das Lastmoment folglich berechnet und anschließend ein passender Kran aus der Baugeräteliste (BGL) 2020 [18] gewählt werden. Die ausgewählten Positionen sind in den nachfolgenden Abbildungen gelb hinterlegt.

Berechnung des Lastmoments

$$30 \text{ m} \cdot 4,00 \text{ t} = 120,00 \text{ tm}$$

Aus den 120,00 tm wird in Abb. 3.7 der nächst größere Kran mit einem Nennlastmoment von 140 tm gewählt. Anhand dieser Auswahl können neben dem Gesamtgewicht von 25.000 kg auch der Neuwert von EUR 293.000,00, der monatliche Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag von EUR 6.150,00 und die monatlichen Reparaturkosten in Höhe von EUR 3.230,00 abgelesen werden.

Nr.	Nennlastmoment	Hubwerksleistung normal	Gewicht ohne Ballast	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	tm	kW	kg	Euro	Euro	Euro
C.0.10.0050	50	16	13500	127500,00	2680,00	1400,00
C.0.10.0063	63	22	15000	184000,00	3870,00	2030,00
C.0.10.0080	80	24	16500	193000,00	4050,00	2120,00
C.0.10.0100	100	30	20000	218000,00	4580,00	2400,00
C.0.10.0112	112	30	22500	259000,00	5450,00	2850,00
C.0.10.0140	140	45	25000	293000,00	6150,00	3230,00
C.0.10.0180	180	45	29500	392500,00	8250,00	4320,00
C.0.10.0224	224	45	32000	434000,00	9100,00	4780,00
C.0.10.0250	250	45	34000	470500,00	9900,00	5150,00
C.0.10.0315	315	65	45500	543000,00	11400,00	6000,00
C.0.10.0400	400	65	56500	691500,00	14500,00	7600,00
C.0.10.0500	500	65	61000	698000,00	14700,00	7700,00
C.0.10.0560	560	110	65000	766500,00	16100,00	8450,00
C.0.10.0630	630	110	69000	803000,00	16900,00	8850,00
C.0.10.1000	1000	110	90000	1052000,00	22100,00	11600,00
C.0.10.1250	1250	110	93000	1290000,00	27100,00	14200,00

Abb. 3.7: Auswahl eines Turmdrehkrans - Auszug aus BGL 2020 [18]

Der ausgewählte Krantyp mit seiner BGL-Nummer bildet die Basis für die Wahl des Auslegerstücks in Abb. 3.8 und der Laufkatze in Abb. 3.9. Die entsprechenden Kennwerte für die ausgewählten Elemente lassen sich ebenfalls problemlos ablesen. Das Auslegerstück (Nr.>0080-0180) kommt auf ein Gesamtgewicht von 470 kg. Die Kosten lassen sich mit EUR 1.320,00 für den Mittleren Neuwert, EUR 14,50 für die monatlichen Reparaturkosten und EUR 27,5 für den monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag bemessen.

Zusatzgerät(e):						
C.0.10.****-00	Kranausleger mit Haltevorrichtungen, Verbindungsmittel, Gegenausleger und Gegenballast, je m AUSLEGERSTUECK	Nr. ≤ 0080	380	795,00	16,50	8,70
		Nr. > 0080-0180	470	1320,00	27,50	14,50
		Nr. > 0180-0250	650	1690,00	35,50	18,50
		Nr. 0315	800	2880,00	60,50	31,50
		Nr. > 0315-0560	900	4570,00	96,00	50,50
		Nr. > 0560	1090	5350,00	112,00	59,00

Abb. 3.8: Auswahl eines Kranauslegerstücks - Auszug aus BGL 2020 [18]

Die Laufkatze (Nr.<0400) kommt auf monatliche Kosten von EUR 111,00 für den Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag und EUR 58,50 für die Reparaturkosten. Der Mittlere Neuwert beläuft sich auf EUR 5.300,00.

C.0.10.****-AG	Laufkatze mit Hakenflasche 4-strängig LAUFKATZE 4STRANG	Werterhöhung	Nr. ≤ 0400	5300,00	111,00	58,50
		Werterhöhung	Nr. > 0400-0630	8600,00	181,00	94,50
		Werterhöhung	Nr. > 0630	11800,00	248,00	130,00

Abb. 3.9: Auswahl einer Kranlaufkatze - Auszug aus BGL 2020 [18]

Die Kranhöhe setzt sich aus der Gebäudehöhe samt Tiefgarage und einem gewählten Sicherheitsabstand von 10 m zwischen Ausleger und Gebäudeoberkante zusammen. Daraus ergibt sich für das vorliegende BVH eine gesamte Kranhöhe von 27,50 m.

Berechnung der Kranhöhe

$$17,50 \text{ m} + 10,00 \text{ m} = 27,50 \text{ m}$$

Die Höhe des Kranturmstücks ist vom Hersteller üblicherweise vorgegeben und beträgt beispielsweise drei oder fünf Meter. Die BGL [18] gibt diese Werte pro Meter an, weshalb für die vorhandene Kranhöhe 28 Turmstücke notwendig sind. Das zu wählende Turmstück ist vom Lastmoment des bereits gewählten Turmdrehkrans abhängig. Abb. 3.10 zeigt das gewählte Turmstück für dieses Bauvorhaben, welches mit dem Nennlastmoment des ausgewählten Krans bestimmt wird. In diesem Fall wiegt ein Turmstück 415 kg/m und es kann mit einem mittleren Neuwert von EUR 2970,00 gerechnet werden. Die monatlichen Kosten belaufen sich auf EUR 32,50 für Reparaturkosten und EUR 62,50 für den monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag.

Nr.	Nennlastmoment des größtmöglichen T-Kranes	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	tm	kg/m	Euro	Euro	Euro
C.0.20.0063	63	210	2240,00	47,00	24,50
C.0.20.0080	80	240	2460,00	51,50	27,00
C.0.20.0090	90	250	2570,00	54,00	28,50
C.0.20.0100	100	310	2800,00	59,00	31,00
C.0.20.0112	112	380	2850,00	60,00	31,50
C.0.20.0132	132	400	2900,00	61,00	32,00
C.0.20.0140	140	415	2970,00	62,50	32,50
C.0.20.0170	170	455	3460,00	72,50	38,00
C.0.20.0180	180	470	3580,00	75,00	39,50
C.0.20.0200	200	500	3690,00	77,50	40,50
C.0.20.0290	290	650	3910,00	82,00	43,00
C.0.20.0315	315	780	4020,00	84,50	44,00
C.0.20.0390	390	870	4860,00	102,00	53,50
C.0.20.0450	450	950	5150,00	108,00	56,50
C.0.20.0550	550	1110	6950,00	146,00	76,50
C.0.20.0710	710	1450	7850,00	165,00	86,50
C.0.20.1000	1000	1600	10100,00	212,00	111,00
C.0.20.1250	1250	2000	13700,00	288,00	151,00

Abb. 3.10: Auswahl der Turmstücke - Auszug aus BGL 2020 [18]

3.2.3 Bemessung der Sozialeinrichtungen auf der Baustelle

Es ist stets darauf zu achten, dass den Arbeitern vor Ort ausreichend Aufenthalts- und Sanitärmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Oftmals ist es auch möglich nahegelegene Räumlichkeiten anzumieten, um dort beispielsweise einen Pausenraum oder ein Baubüro einzurichten. Im vorhandenen Beispiel sind solche Möglichkeiten allerdings nicht gegeben, weshalb Container verwendet werden, welche auch die gängigste Art im Bauwesen darstellen. Die Bauarbeiterschutzverordnung (BauV) des Rechtsinformationssystem des Bundes [36] regelt die Anforderungen für Tagesunterkünfte und schreibt vor, ab wann und wie viele Aufenthalts- bzw. Sanitärcontainer auf der Baustelle erforderlich sind. Die notwendige Containeranzahl wird anhand der Voraussetzungen in Tab. 3.1 zusammengefasst.

Tab. 3.1: Voraussetzungen für Sozialeinrichtungen gemäß Bauarbeiterschutzverordnung [36]

§34 BauV Waschgelegenheiten	– ein Waschplatz je 5 AN
§35 BauV Aborte	– eine Abortzelle für je höchstens 20 männliche und 15 weibliche AN
§36 BauV Aufenthaltsräume	– ein Aufenthaltsraum bei mehr als 5 AN

Gemäß der Bauarbeiterschutzverordnung [36] setzen sich die benötigten Container für die auf der Baustelle ermittelten Arbeiter aus zwei Unterkunftscontainern (Abb. 3.11) und zwei Sanitärcontainern (Abb. 3.12), jeweils einer für Frauen und einer für Männer zusammen. Zusätzlich wird ein Magazincontainer (Abb. 3.13), in dem die Arbeiter Werkzeug, Kleinmaterialien und

Kleingeräte verstauen können, benötigt. Für die Bauleitung vor Ort wird ein Bürocontainer (Abb. 3.14) aufgestellt.

Den nun folgenden Abbildungen, können die Eckdaten wie Gewicht, Abmessungen und Kosten zu den benötigten Containern entnommen werden. Hierbei zu erkennen ist, dass alle benötigten Container gleich lang und hoch sind, jedoch aufgrund ihres Interieurs unterschiedlich schwer und teuer.

Die beiden Unterkunftscontainer, ersichtlich in Abb. 3.11, belaufen sich in diesem Fall auf 2830 kg pro Stück. Die Kosten betragen EUR 9.450,00 für den Mittleren Neuwert, EUR 170,00 für die monatlichen Reparaturkosten und EUR 123,00 für den monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag je Container.

X.3.11 Unterkunftscontainer
CONTAINER UNTERKUNFT
Beschreibung:
Ausführung wie X.3.10.
Mit: Einrichtung lt. Arbeitsstättenrichtlinien (Tische, Stühle, Spinde, Trockenschrank), fest eingebaut
Kenngroße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Containerlänge	Breite	Innenhöhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.11.0006	6,00 (20ft)	2,50	2,30	2830	9450,00	123,00	170,00

Abb. 3.11: Auswahl eines Unterkunftscontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]

Die für dieses Bauvorhaben benötigten Sanitärcontainer haben zwar weniger Gewicht, diese kommen auf 2600 kg pro Stück, der Kostenaufwand ist hier jedoch höher. Die monatlichen Kosten für den Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag und die monatlichen Reparaturkosten werden hier mit EUR 138,00 bzw. EUR 191,00 je Container bemessen. Der Mittlere Neuwert beträgt EUR 10.600,00 pro Stück. Diese Informationen sind in Abb. 3.12 erkennbar.

X.3.18 Wasch- und Toilettencontainer
CONTAINER SANITAER
Beschreibung:
Ausführung wie X.3.10.
Mit: Fenster isolierverglast (Rauchglas), Wände und Bodenwanne feuchtigkeitsisoliert, Anschluss für Zu- und Abwasserleitung
Ohne: Einrichtung
Kenngroße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Containerlänge	Breite	Innenhöhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.18.0003	3,00 (10ft)	2,50	2,30	1600	8300,00	108,00	149,00
X.3.18.0004	4,00	2,50	2,30	1950	9300,00	121,00	167,00
X.3.18.0006	6,00 (20ft)	2,50	2,30	2600	10600,00	138,00	191,00

Abb. 3.12: Auswahl eines Waschcontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]

In Abb. 3.13 wird der Magazincontainer, welcher ausschließlich als Stauraum für Werkzeug und diverse Materialien genutzt wird, näher beschrieben. Monatlich kann mit EUR 126,00 für Reparaturkosten und EUR 140,00 für den monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag gerechnet werden. Der Mittlere Neuwert beträgt bei dieser Containerart nur EUR 700,00.

- X.3.01 Magazincontainer**
CONTAINER MAGAZIN
- Beschreibung:**
Stapelbare Stahlrahmenkonstruktion, Dach- und Außenwände mit Stahlblech verkleidet, nicht isoliert, eine Stirnwand als zweiflügeliges Tor
Container Standardbreite 2,50m
Mit: Regaleinrichtung (3,0m Länge), einfache Elektroinstallation (CEE-Steckverbindung, Sicherungskasten mit Sicherungsautomaten und FI-Schutz 30mA, Raumbeleuchtung, Anschlusswert bis 3000W)
Ohne: Heizung
Kenngroße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Containerlänge	Breite	Innenhöhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.01.0003	3,00	2,50	2,30	1300	4550,00	91,00	82,00
X.3.01.0006	6,00	2,50	2,30	2200	7000,00	140,00	126,00
X.3.01.0012	12,00	2,50	2,30	3800	10200,00	204,00	184,00

Abb. 3.13: Auswahl eines Magazincontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]

Der für die Bauleitung benötigte Bürocontainer, ersichtlich in Abb. 3.14, wiegt 2890 kg und kommt auf einen Mittleren Neuwert von EUR 9.200,00. Die monatlichen Reparaturkosten belaufen sich auf EUR 166,00 und für den monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag kann man mit EUR 120,00 rechnen.

- X.3.12 Bürocontainer**
CONTAINER BUERO
- Beschreibung:**
Ausführung wie X.3.10.
Mit: Büroeinrichtung fest eingebaut
Kenngroße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Containerlänge	Breite	Innenhöhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.12.0006	6,00 (20ft)	2,50	2,30	2890	9200,00	120,00	166,00

Abb. 3.14: Auswahl eines Bürocontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]

3.2.4 Sonstige relevante Komponenten für die Baustelleneinrichtung

Damit eine Baustelle funktionieren kann, ist es wichtig, alle notwendigen Versorgungseinrichtungen wie Bauwasser und Baustrom vorab bereitzustellen. Um die Baustelle mit Bauwasser zu versorgen, gibt es u.a. die Möglichkeit, sich an einen nahegelegenen Hydranten anzuschließen, sofern dies von den zuständigen Behörden genehmigt wird. Mittels Wasserzähler wird der Verbrauch erfasst und entsprechend in Rechnung gestellt. Beim vorhandenen Projekt erfolgt die Bauwasserversorgung mittels Anschluss an einen bestehenden Wasserzählerschacht auf dem benachbarten Grundstück. Hierfür sind nicht nur die behördlichen Genehmigungen notwendig, sondern auch das Einverständnis des Grundstückseigentümers, um sich an das bestehende Wassernetz anzuschließen zu können. Mit Hilfe eines zusätzlichen Wasserzählers wird der Anteil unabhängig vom Verbrauch des Nachbarn separat gemessen und verrechnet.

Ein weiteres wichtiges Element der Baustelleneinrichtung ist der Baustrom. Bei diesem Bauprojekt befindet sich auf dem Grundstück ein vorhandener Hausanschlusskasten, der dazu genutzt wird, die Baustelle mit Baustrom zu versorgen. In diesem Fall reicht die Leistung aus, um den Kran auf der Baustelle zu betreiben. Auf einen Trafo bzw. Generator kann daher verzichtet werden. Die Errichtung einer eigenen Baustraße zum Baufeld ist aufgrund der guten Zufahrtsmöglichkeiten ebenfalls nicht notwendig.

3.2.5 Baustelleneinrichtung zu unterschiedlichen Bauphasen

Die Baustelleneinrichtung bleibt durch den gesamten Bauablauf prinzipiell dieselbe. Ständige Veränderungen oder Umstellungen sind nicht vorteilhaft, da dadurch wichtige Bauzeit verloren geht. Deshalb ist die Planung der Baustelleneinrichtung umso wichtiger und gehört gut durchdacht, bevor mit der Ausführung begonnen werden kann. Lediglich die Positionierung von Lager- und Aufstellflächen ändert sich mit der Zeit und muss oftmals rangiert werden. Für kleinere Baustellen wird die Baustelleneinrichtung in der Regel auf einem ausgedruckten Lageplan händisch eingezeichnet. Jedoch werden zur besseren Darstellung und aus Gründen der Übersichtlichkeit die Baustelleneinrichtungspläne in der vorliegenden Diplomarbeit digital erstellt. Sämtliche im Zuge des Bauvorhabens benötigte Elemente der Baustelleneinrichtung sind zu den folgenden Bauphasen unerlässlich:

Phase 1 – Voraushub und Baugrubensicherung

Um mit der Errichtung des Projekts starten zu können, muss zu Beginn die Baugrube ausgehoben und entsprechend gesichert werden. Im vorhandenen Beispiel erfolgt die Baugrubensicherung mittels aufgelösten Bohrpfählen. Damit das ausführende Unternehmen (in der Regel ein vom GU beauftragtes Subunternehmen) mit der Baugrubensicherung beginnen kann, müssen bestimmte Vorleistungen erbracht werden. Vorab wird das Baufeld von der ausführenden Baufirma geräumt und eingezäunt. Im nächsten Schritt ist das Nachunternehmen für Erdarbeiten an der Reihe. Es erfolgt ein Voraushub, wobei der Mutterboden auf die Höhe der späteren Pfahloberkante abgetragen und ein Planum hergestellt wird, da die schweren Baufahrzeuge für die spätere Baugrubensicherung eine ebene Arbeitsfläche benötigen. Angesichts der Tatsache, dass sich das Grundstück zum Teil in Hanglage befindet, ist es bei den Aushubarbeiten notwendig, eine Rampe auszubilden, damit das Bohrgerät problemlos an alle erforderlichen Stellen kommt. Aus diesem Grund sind die Pfähle im Inneren des Grundstücks länger, als jene die zur Straße hin situiert sind. Für das vorhandene Bauvorhaben werden die Pfähle nur an drei Seiten des rechteckigen Grundstücks benötigt, da beim rechten Nachbarn bereits eine Kellerwand vorhanden ist. In diesem Bereich wird lediglich nach dem Aushub der Baugrube eine Betonvorsatzschale mit einer eingelegten thermischen Trennlage an die bestehende Kellerwand des Nachbarn betoniert.

Die Anforderungen an die Baustelleneinrichtung sind zu diesem Zeitpunkt noch überschaubar. In erster Linie muss dafür gesorgt werden, dass die Baustelle mit Baustrom und Bauwasser versorgt wird. Wie dies für dieses Bauvorhaben sichergestellt wird, ist in Abschnitt 3.2.4 beschrieben. Zum rechten und linken Nachbarn besteht bereits ein Zaun, weshalb nur straßenseitig ein Bauzaun aufgestellt wird. Weiters gilt es, eine möglichst problemlose Anlieferung der schweren Baugeräte (Bagger und Bohrgerät) zu ermöglichen, weshalb die Zufahrt auf das Baufeld entsprechend auf dasselbe Niveau der Straße ausgerichtet oder mittels Abrampung angepasst wird. Für den Voraushub gilt es besonders, das ausgehobene Erdreich problemlos auf die LKWs zu laden und wegzuführen. Dabei ist es notwendig, dass die LKWs ebenfalls das Baufeld befahren können. Für die Baugrubensicherung muss u.a. ein Abstell- und Lagerplatz für die Bewehrungskörbe der Bohrpfähle zur Verfügung stehen. Dies stellt im vorhandenen Beispiel kein Problem dar, da zu diesem Zeitpunkt nur das Unternehmen für die Baugrubensicherung tätig ist und es somit

ausreichend Lagerfläche für die Bewehrung gibt. Weiters ist die Zufahrt für die Betonpumpe und Betonmischer zu beachten, welche für das Betonieren der Pfähle notwendig sind. Aufgrund des weichen und nachgiebigen Bodens auf dem Bauplatz, wird großflächig Schotter aufgeschüttet. Dies dient der besseren Befahrbarkeit des Baufelds mit den schweren Baufahrzeugen. Die Be- und Entladezone wird im vorderen Bereich des Grundstücks laut Abb. 3.15 eingerichtet, da dieser Bereich unbebaut bleibt, wodurch sie genutzt werden kann. Sämtliche benötigte Container werden aus Platzgründen auf dem schräg gegenüberliegenden und angemieteten Grundstück aufgestellt. Von diesem Standpunkt aus hat die Bauleitung einen guten Überblick über die gesamte Baustelle. Alle zu diesem Zeitpunkt relevanten Elemente der Baustelleneinrichtung sind in Abb. 3.15 abgebildet.

Phase 2 – Aushub

Nach erfolgreicher Herstellung der Baugrubensicherung wird im nächsten Schritt die Kranaufstellung veranlasst. Hierzu gilt es zunächst jenen Teil auszuheben und wegzuführen, sodass im Anschluss das Kranfundament hergestellt werden kann. Zuerst wird die Sauberkeitsschicht eingebracht, bevor anschließend das Kranfundament geschalt, bewehrt und betoniert wird. Die anschließende Kranmontage erfolgt mittels zusätzlichem Mobilkran, welcher die Kranelemente bzw. Turmstücke nach und nach aufeinanderstapelt. Die Füße, auf denen der Kran steht, werden mittels Fundamentankern im Kranfundament befestigt. Danach werden alle statisch notwendigen Aussteifungen und Gurtungen der Baugrubensicherung hergestellt. Im Anschluss erfolgt der eigentliche Aushub. Dies geschieht etappenweise im Wechsel mit der Spritzbetonsicherung zwischen den Bohrpfählen. Dabei wird eine erhebliche Menge an Erde ausgehoben und weggeführt. Demnach sind die entsprechenden Transporte richtig zu takten, um eventuelle Stehzeiten und daraus resultierende Mehrkosten möglichst gering zu halten.

Der Schwerpunkt der Baustelleneinrichtung zu diesem Zeitpunkt liegt in der reibungslosen Abwicklung des Gesamtaushubs. Das Baufeld ist vorab zu räumen. Falls Materialien wie Schalung und Bewehrung bereits angeliefert wurden, müssen diese abtransportiert bzw. umgelagert werden, damit der Aushub der Baugrube starten kann. Für die Spritzbetonsicherung wird ein Silo auf der Be- und Entladezone aufgestellt, von dem aus mittels Schläuchen jeder Bereich der Baugrube erreicht werden kann. Der Baustelleneinrichtungsplan zur Phase des Aushubs ist in Abb. 3.16 ersichtlich.

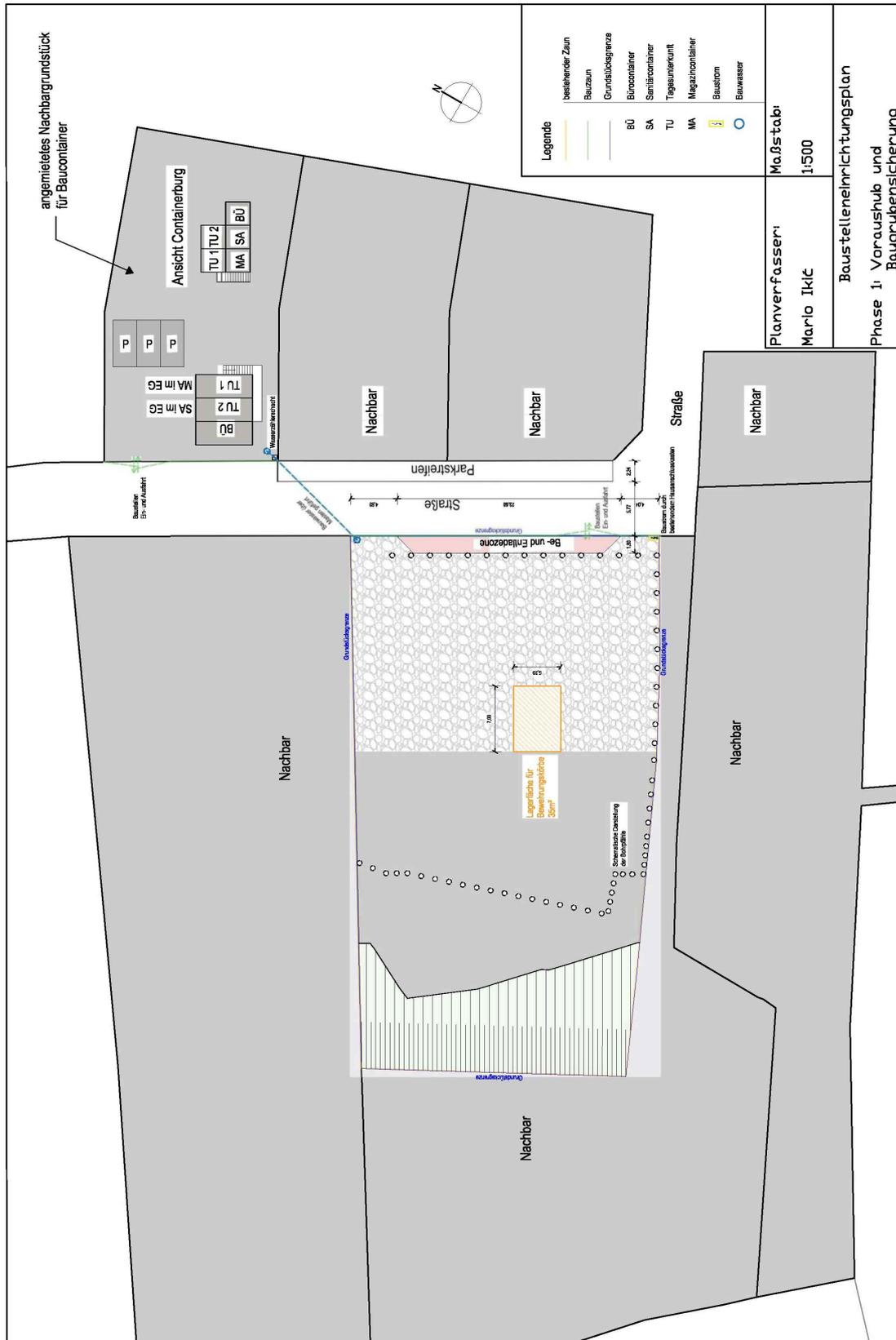


Abb. 3.15: Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 1

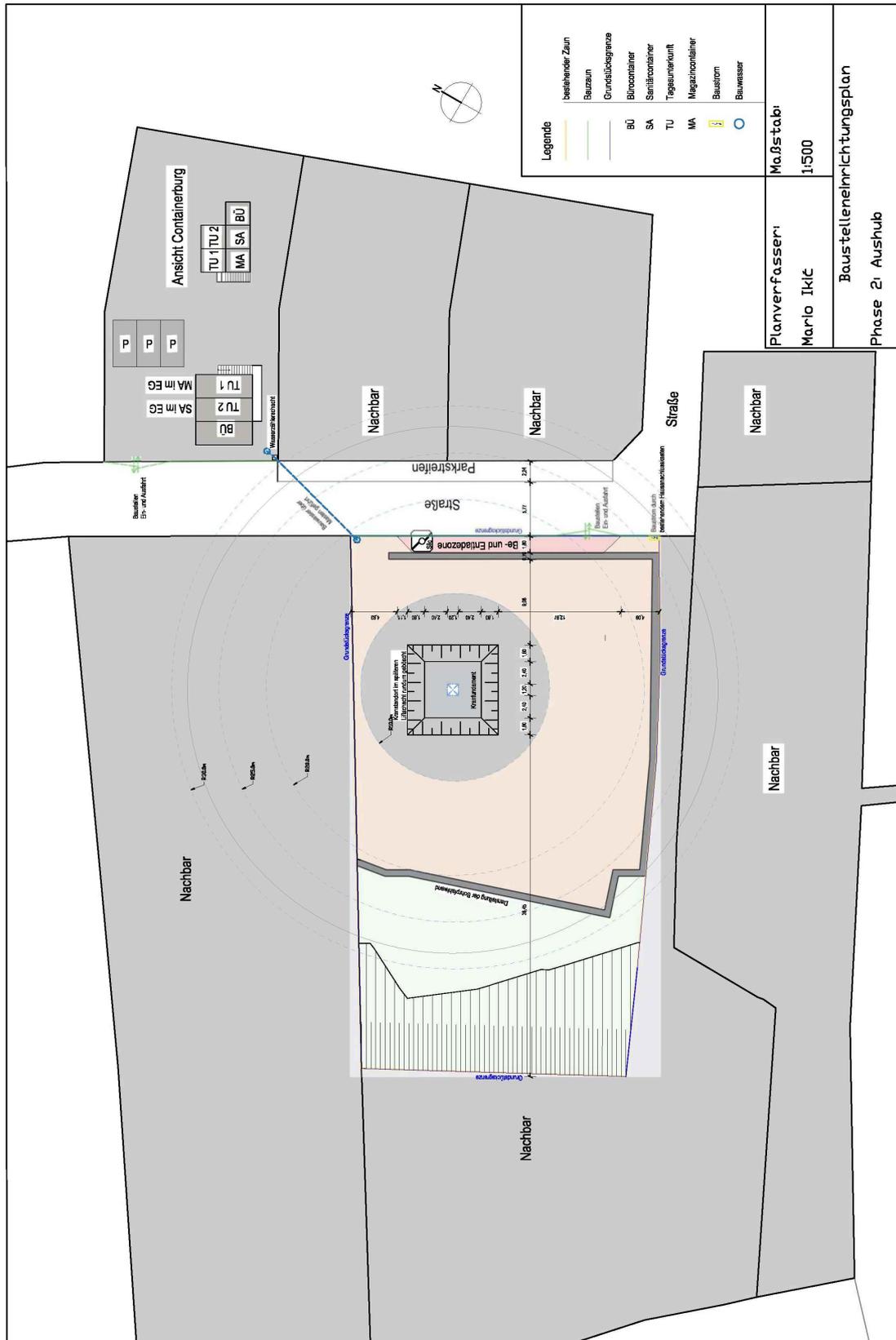


Abb. 3.16: Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 2

Phase 3 – Rohbau Kellergeschoss in Ortbeton

Im Anschluss an die hergestellte Baugrubensicherung und den Aushub der Baugrube, kann mit dem eigentlichen Bau des Wohngebäudes begonnen werden. Zuerst wird die Fundamentplatte hergestellt. Dabei wird das bereits betonierte Kranfundament in die Fundamentplatte integriert. Danach erfolgt die Herstellung sämtlicher Außenwände im Tiefgeschoss. Es gilt zu beachten, dass wichtige Lager- und Abstellflächen benötigt werden, damit sämtliche Materialien, die für das Betonieren notwendig sind, wie Schalung und Bewehrung abgestellt und gelagert werden können. Zu diesem Zweck wird eine ebene Fläche im Hang errichtet, welche als Lagerfläche genutzt wird und in Abb. 3.17 zu sehen ist. Ebenso abgebildet ist nach wie vor die Be- und Entladezone, die u.a. auch als Aufstellfläche für Transportmischer und Pumpenwagen dient. Von der eingerichteten Be- und Entladezone aus, wird der Beton für die Wände in einen Krankübel geleert und mittels Kran zur Betonierstelle befördert. Die Ortbetondecke wird mittels Autobetonpumpe betoniert, deren Aufstellfläche in der Be- und Entladezone vorgesehen ist.

Phase 4 – Rohbau in Fertigteilbauweise ab Erdgeschoss

Der Rohbau sämtlicher über dem Kellergeschoss liegenden Geschosse erfolgt bei diesem Projekt größtenteils mittels Fertigteilen (FT) und Hohlwänden. Aufgrund dessen wird hier auf eine entsprechend einfache Anlieferung und Lagerungsmöglichkeit der Fertigteile geachtet. Diese werden anschließend mittels Kran zur Einbaustelle verhoben. Da allerdings nicht nur Fertigteile, sondern auch Ortbeton- und Hohlwände verwendet werden, muss eine ausreichende Aufstellfläche für die Transportmischwägen zur Verfügung stehen. Dasselbe gilt für Pumpenwägen, die beim Betonieren der (Element-)Decke eingesetzt werden. Die Be- und Entladezone wird somit weiterhin als Aufstellfläche genutzt. Die Lagerfläche für benötigte Materialien, wie Schalung und Bewehrung, wird nach Fertigstellung der Decke über dem Kellergeschoss im östlichen Bereich des Baufelds, wie in Abb. 3.18 ersichtlich, angeordnet. Die Containeranordnung bleibt über den gesamten Bauablauf dieselbe und ändert sich nicht. Mit zunehmendem Erreichen der Fertigstellung werden diese wieder abtransportiert.

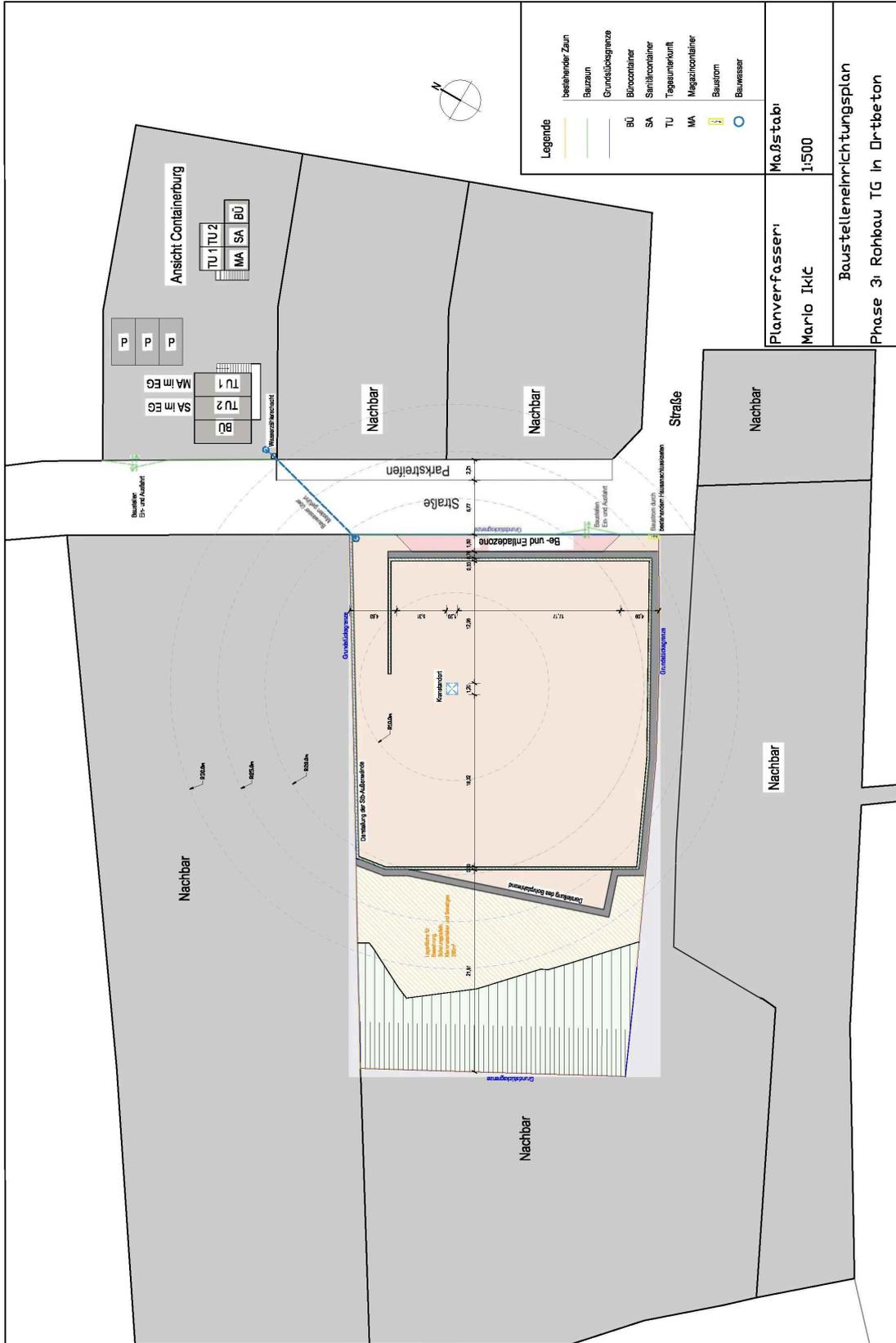


Abb. 3.17: Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 3

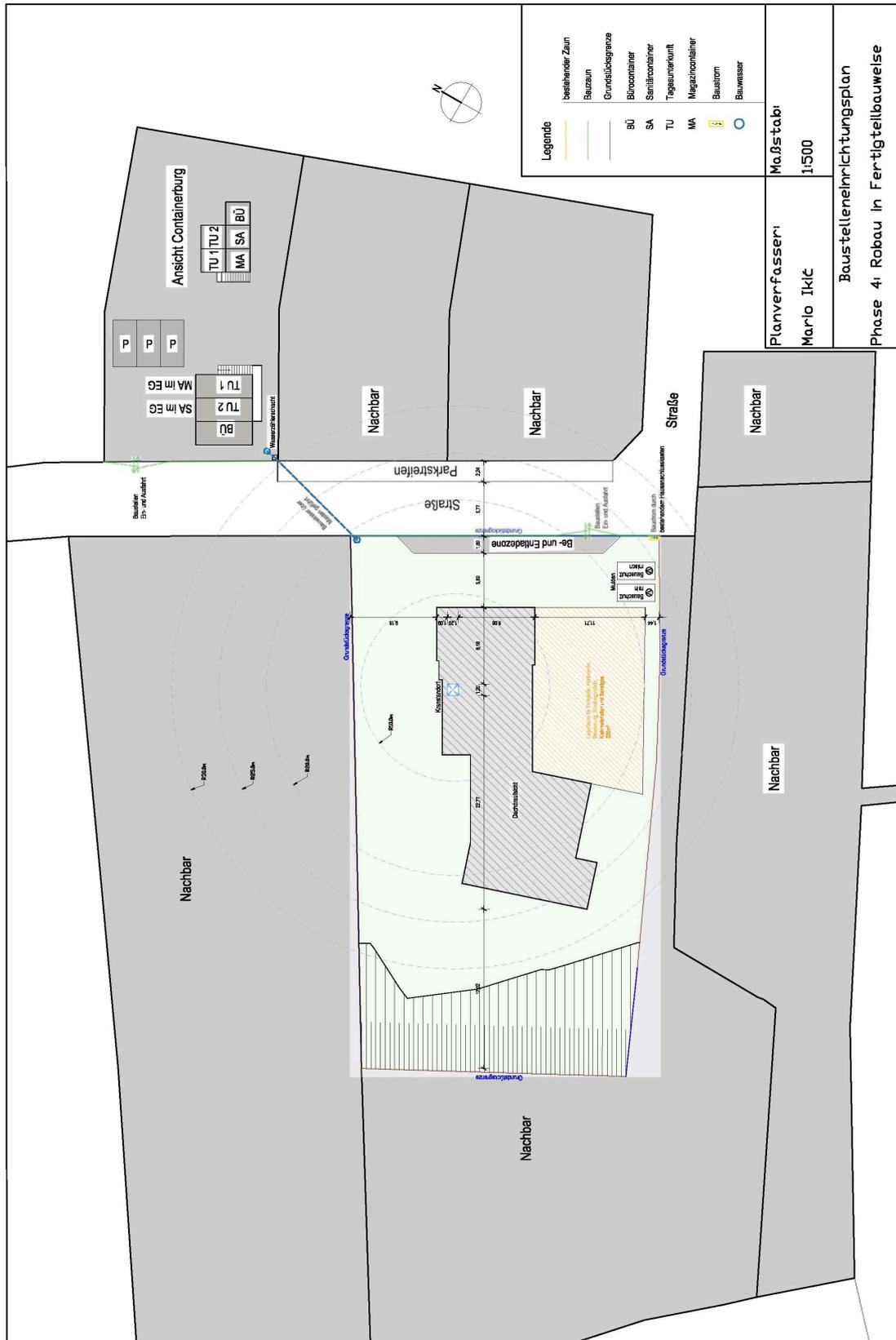


Abb. 3.18: Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 4

3.3 Bauzeitplanung

In diesem Abschnitt wird, anhand von eigenen Erfahrungswerten und entsprechenden Aufwands- und Leistungswerten aus der Literatur, die Bauzeit für das vorhandene Bauvorhaben ermittelt. Ferner wird die Bauzeit für die in Abschnitt 3.2.5 vorkommenden Bauphasen chronologisch gegliedert und näher erläutert. Die Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte erfolgt, wo es sinnvoll und möglich ist, parallel. Mittels Balkendiagrammen wird die Bauzeit anschließend für die Prozesse optisch dargestellt. Ein neun Stunden Arbeitstag ist die Grundlage für die Ermittlung der Dauer der einzelnen Vorgänge.

3.3.1 Bauzeit Phase 1

Die benötigten Aufwands- und Leistungswerte der einzelnen Vorgänge in Bauphase 1 können der Tab. 3.2⁸⁹ entnommen werden. Da die örtlichen Gegebenheiten projektabhängig sind und stets variieren, muss die Freimachung des Baufelds geschätzt werden. In diesem Fall wird nach dem Freimachen des Baufelds das Grundstück eingezäunt und diverse Verkehrsschilder aufgestellt. Die Vorgänge in Zeile 3 und 7 aus Abb. 3.19 erfolgen demnach am selben Tag. Die erforderlichen Container werden am Tag danach aufgestellt. Parallel dazu erfolgt die Installation des Baustroms und des Bauwassers, damit noch in der ersten Arbeitswoche mit dem Voraushub der Baugrube begonnen werden kann. Für die Baugrubensicherung werden in Summe 61 Bohrpfähle mit einer durchschnittlichen Länge von 8,0 m hergestellt. Die Dauer der Bauphase 1 beträgt in Summe rund 16 Arbeitstage (AT). Die Abfolge der einzelnen Vorgänge ist in Abb. 3.19 ersichtlich.

Tab. 3.2: Aufwands- und Leistungswerte für Bauphase 1

	Werte	Einheit	Quelle	Menge	Vorgangsdauer
Baustelleneinrichtung					
Baufeld räumen	-	-	Annahme	-	8,0 h
Beschilderung aufstellen	-	-	Erfahrungswert	-	4,0 h
Container aufstellen*	2,00	h/Stk	Kropik [24]	6,0	6,0 h
Baustrom einrichten*	2,00	h/Stk	Kropik [24]	1,0	2,0 h
Bauwasser einrichten inkl. Masten	4,00	h/Stk	Erfahrungswert	1,0	4,0 h
Bauzaun aufstellen*	0,10	h/m	Kropik [24]	50,0	2,5 h
Erdarbeiten					
Voraushub und Feinplanum	40,00	m ³ /h	Kropik [24]	1100,0	27,5 h
Baugrubensicherung Teil 1					
Bohrpfähle herstellen	50,00	m/d	Kropik [24]	488,0	87,8 h

⁸⁹Die mit Stern markierten Vorgänge betreffen die Werte je Arbeiter

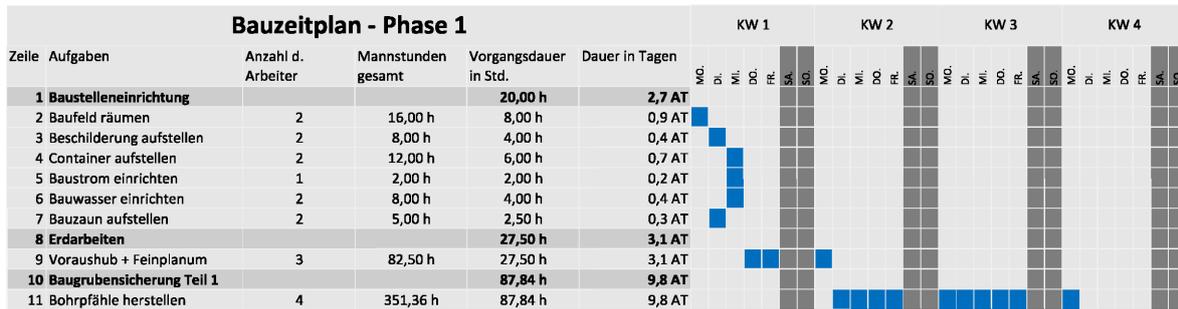


Abb. 3.19: Bauphase 1

3.3.2 Bauphase 2

Nach den ersten Aushubarbeiten und der Herstellung der Bohrpfähle folgt die Krananstellung. Danach kann die Baustelleneinrichtung als abgeschlossen betrachtet werden. Zunächst wird der Kranstandort ausgehoben, bevor am nächsten Tag mit der Schalung des Kranfundaments begonnen wird. Am darauffolgenden Tag erfolgt die Bewehrungseinlage, sodass letztendlich am vierten Tag das Kranfundament betoniert werden kann. Im Anschluss daran werden die Aussteifungen angebracht und mit dem Baugrubenaushub begonnen. Der restliche Bodenaushub erfolgt in zwei Etappen, wie in Abb. 3.20 zu sehen ist. Zunächst wird das Erdmaterial bis ungefähr zwei Meter unter der Pfahloberkante ausgehoben, bevor die ersten Spritzbetonarbeiten notwendig werden. Danach wird die Baugrube schließlich bis zum gewünschten Niveau ausgehoben und die Zwischenräume erneut mit Spritzbeton gesichert. Die vorkommenden Arbeitsschritte verlaufen nacheinander und betragen in Summe rund 22 AT.

Tab. 3.3: Aufwands- und Leistungswerte für Bauphase 2

	Werte	Einheit	Quelle	Menge	Vorgangsdauer
Baustelleneinrichtung:					
Kranfundament	4,00	d/Stk	Erfahrungswert	1,0	36,0 h
Kran aufstellen	5,00	h/Stk	Kropik [24]	1,0	5,0 h
Baugrubensicherung Teil 2					
Aussteifungen herstellen	1,50	h/Stk	Erfahrungswert	11,0	16,5 h
Spritzbetonsicherung	0,075	h/m ²	Erfahrungswert	540,0	40,5 h
Erdarbeiten:					
Aushubarbeiten	60,00	m ³ /h	Kropik [24]	6100,0	101,7 h



Abb. 3.20: Bauzeitplan für Bauphase 2

3.3.3 Bauzeit Phase 3

Der Beginn der eigentlichen Rohbauarbeiten startet mit der Bauphase 3. Zunächst wird eine 8 bis 10 cm starke Sauberkeitsschicht betoniert, bevor auf dieser nacheinander die Schalungs-, Bewehrungs- und Betonagearbeiten der Fundamentplatte erfolgen. Im nächsten Schritt werden die nun nicht mehr benötigten Aussteifungen demontiert. Sämtliche Außen- und Innenwände im Tiefgeschoss (TG) werden in Ortbeton hergestellt, ausgenommen davon ist der Liftschacht, welcher mittels Fertigteilen ausgeführt wird. Die Herstellung der Wände im TG erfolgt lt. Abb. 3.21 innerhalb von 18,8 Arbeitstagen. Dabei ist zu erwähnen, dass sobald ein bestimmter Betonierabschnitt geschalt und bewehrt ist, im Anschluss das Betonieren erfolgt. Die Arbeitsschritte aus Zeile 28 bis 30 in Abb. 3.21 finden parallel statt. Im Anschluss an die Ortbetonwände erfolgt die Herstellung der Decke, welche ebenfalls in Ortbeton ausgeführt wird. Die entsprechenden AW können aus Tab. 3.4⁹⁰ entnommen werden. Für die Dauer der Herstellung des gesamten TG inkl. Fundamentplatte sind rund 52 AT angesetzt.

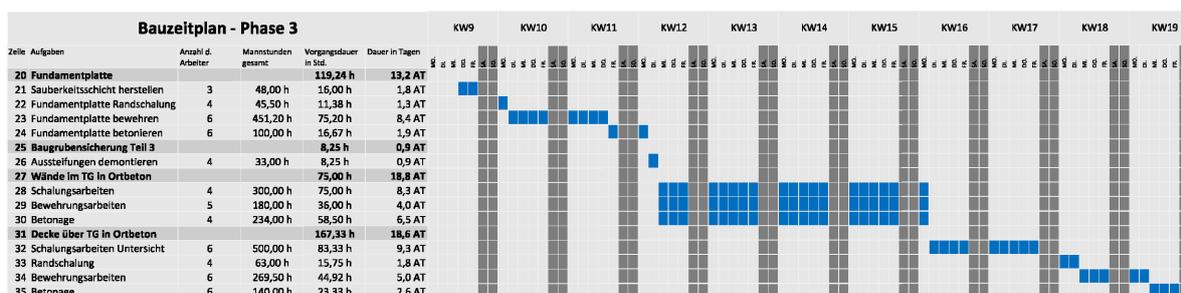


Abb. 3.21: Bauzeitplan für Bauphase 3

⁹⁰Die mit Stern markierten Vorgänge betreffen die Werte je Arbeiter

Tab. 3.4: Aufwandswerte für Bauphase 3

	Werte	Einheit	Quelle	Menge	Vorgangsdauer
Fundamentplatte					
Sauberkeitsschicht herstellen*	0,60	h/m ³	Plümecke und Kuhne [35]	80,0	16,0 h
Fundamentplatte schalen*	0,70	h/m ²	Plümecke und Kuhne [35]	65,0	11,4 h
Fundamentplatte bewehren*	8,00	h/t	Kropik [24]	56,4	75,2 h
Fundamentplatte betonieren*	0,20	h/m ³	Kropik [24]	500,0	16,7 h
Baugrubensicherung Teil 3					
Aussteifungen demontieren	0,75	h/Stk	Erfahrungswert	11,0	8,3 h
Wände im TG in Ortbeton					
Schalungsarbeiten*	0,50	h/m ²	Kropik [24]	600,0	75,0 h
Bewehrungsarbeiten*	10,00	h/t	Kropik [24]	18,0	36,0 h
Betonage*	1,30	h/m ³	Kropik [24]	180,0	58,5 h
Decke über TG in Ortbeton					
Schalungsarbeiten Untersicht*	0,50	h/m ²	Kropik [24]	1000,0	83,3 h
Schalungsarbeiten Deckenrand*	1,50	h/m ²	Kropik [24]	42,0	15,8 h
Bewehrungsarbeiten*	7,00	h/t	Kropik [24]	38,5	44,9 h
Betonage*	0,40	h/m ²	Kropik [24]	350,0	23,3 h

3.3.4 Bauzeit Phase 4

Nach Fertigstellung des TG in Ortbeton erfolgt der Rohbau der restlichen Geschosse primär in Fertigteilmbauweise. Die Menge an Fertigteile (FT) für dieses BVH kann aus den Erfahrungen des ausführenden Unternehmens und eigenständiger Nachkalkulation aus bereits abgeschlossenen Projekten abgeleitet werden. Dazu ist entsprechend in Anhang A.2 eine standardgemäße FT-Wand abgebildet, welche u.a. als Kalkulationshilfe für die Bemessung der benötigten Stückanzahl dient. Die entsprechenden Aufwandswerte sind sowohl für die FT-Wände als auch für die FT-Decken aus Tab. 3.5 zu entnehmen. Wichtig dabei ist, dass in diesen Aufwandswerten sämtliche damit verbundene Arbeiten, wie Anlegen der Wände, Verheben der FT, Montieren, Einlegen der Bewehrung und Ausbetonieren mitberücksichtigt werden. In Summe beträgt die Bauzeit der Fertigteile 79 AT und wird in Abb. 3.22 dargestellt.

Tab. 3.5: Leistungswerte für Bauphase 4

	Werte	Einheit	Quelle	Menge	Vorgangsdauer
Kellergeschoss					
Fertigteilwände	1,00	Stk/h	Erfahrungswert	60,0	60,0 h
Fertigteildecken	0,50	Stk/h	Erfahrungswert	50,0	100,0 h
Erdgeschoss					
Fertigteilwände	1,00	Stk/h	Erfahrungswert	60,0	60,0 h
Fertigteildecken	0,50	Stk/h	Erfahrungswert	50,0	100,0 h
1.Obergeschoss					
Fertigteilwände	1,00	Stk/h	Erfahrungswert	60,0	60,0 h
Fertigteildecken	0,50	Stk/h	Erfahrungswert	50,0	100,0 h
2.Obergeschoss					
Fertigteilwände	1,00	Stk/h	Erfahrungswert	50,0	50,0 h
Fertigteildecken	0,50	Stk/h	Erfahrungswert	40,0	80,0 h
3.Obergeschoss					
Fertigteilwände	1,00	Stk/h	Erfahrungswert	40,0	40,0 h
Fertigteildecken	0,50	Stk/h	Erfahrungswert	30,0	60,0 h

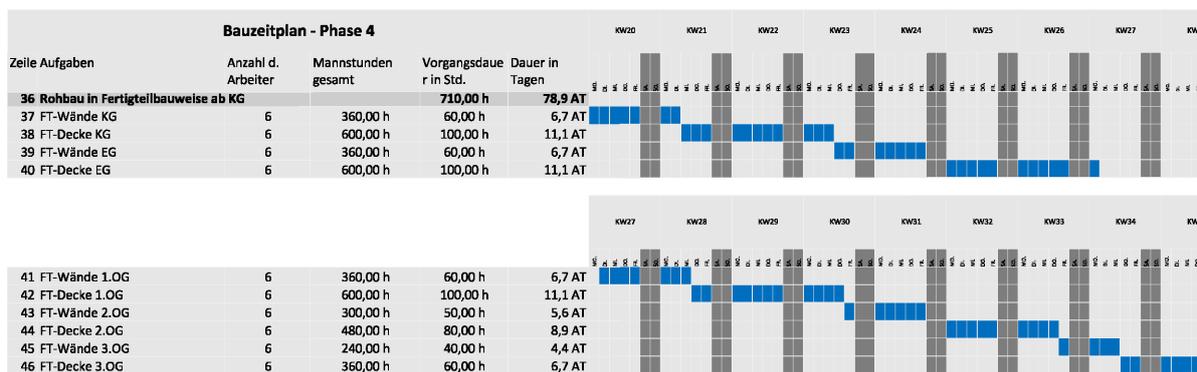


Abb. 3.22: Bauzeitplan für Bauphase 4

3.4 Baudokumentation

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der klassischen, konventionellen Baudokumentation anhand des vorliegenden Bauvorhabens aus der Sicht des GU. Die Baudokumentation dient in erster Linie als Informationsquelle und wird im Rahmen dieser Diplomarbeit vom Ausführungsbeginn, bis hin zur Projektübergabe behandelt. Sämtliche vorkommenden Dokumentationsmittel, welche im Zuge des vorhandenen Bauprojekts zum Einsatz kommen, werden dabei näher erörtert.

3.4.1 Beweissicherung vor Baubeginn

Grundsätzlich gilt es vor den ersten Ausführungsarbeiten nicht nur das eigene Baufeld mittels Fotos festzuhalten, sondern auch die unmittelbaren Häuser aller Nachbargrundstücke. Hierbei sollten die Häuser sowohl von außen als auch von innen fotografiert werden. Falls an den

angrenzenden Gebäuden während der Bauarbeiten Beschädigungen auftreten, können die aufgenommenen Fotos entsprechend Auskunft darüber geben, ob der entstandene Schaden bereits vorhanden war, oder erst im Zuge der Baustelle aufgetreten ist. Diese Beweissicherung ist im Grunde genommen für jedes Bauprojekt sowohl im Vorhinein, als auch nach Beendigung des Projekts durchzuführen und kann bei rechtlichen Streitigkeiten entsprechende Beweise liefern. Der Aufwand der Beweissicherung hängt vom Umfang der Dokumentation ab. Diese kann vom ausführenden Bauunternehmen selbst oder durch einen extern beauftragten Sachverständigen erfolgen.

Für das vorhandene Bauvorhaben werden die zwei seitlichen Nachbarn und das darüber liegende Grundstück von einem Sachverständigen in die Beweissicherung aufgenommen. Dieser erstellt zu diesem Projekt ein Protokoll und übermittelt dieses mit allen aufgenommenen Fotos an die Bauleitung.

3.4.2 Dokumentation in der Ausführungsphase

Der GU trägt während der Ausführungsphase die Verantwortung für eine ordnungsgemäße Dokumentation des Bauablaufs. Ferner ist es Aufgabe des zuständigen Bauleiters, Bautechnikers und Poliers, sämtliche gewonnenen Daten, Informationen, Fortschritte und Ergebnisse aufzubereiten und zu dokumentieren. Die Dokumentation für das vorliegende BVH erfolgt im klassischen Stil mittels Fotos, Berichten, Protokollen und Mailverkehr.

Bautagesbericht

Für die Dokumentation vor Ort auf der Baustelle ist u.a. der zuständige Polier verantwortlich. Dieser protokolliert die täglichen Arbeitsschritte in den sogenannten Bautagesberichten. Abgesehen von den Tagesaufgaben, werden darin auch anderweitige Informationen angeführt:

- Wetter
- Datum mit täglicher Arbeitszeit
- tätige Subunternehmen
- eingesetzte Geräte

Abb. 3.23 zeigt einen derartig ausgefüllten Bautagesbericht. Alle erwähnten Punkte sind darin ersichtlich und enthalten die täglichen Arbeitsfortschritte auf der Baustelle. Mit der Unterschrift des Poliers und des Bauherrn bzw. dessen bevollmächtigtem Vertreter, in dem Fall die ÖBA, werden die aktuellen Fortschritte protokolliert. Die Bautagesberichte werden vom Polier handschriftlich verfasst, gesammelt und der Bauleitung übergeben. Daraufhin werden sie in einen eigens dafür angelegten Ordner abgelegt und archiviert. Schlechtwetter und sonstige Störungen, die zur Arbeitsbehinderung bzw. zur Einstellung der Arbeiten führen, werden ebenfalls aufgenommen und können zu einem späteren Zeitpunkt Rückschlüsse auf den Bauablauf liefern und dem Bauherrn entsprechend vorgelegt werden. Der Bauherr bzw. dessen Vertreter erhält zudem einen Durchschlag des Berichts zu seiner eigenen Verwendung bzw. Dokumentation.

Bautagesbericht

SONNIG	BEWÖLKT	SCHLECHTWETTER		TEMPERATUR		BAUVORHABEN	NR.: 29
REGEN	SCHNEE	JA	NEIN	MIN.	MAX. 38°		DATUM: 21.06-25.06
ARBEITERSTAND: 115		GERÄTESTAND:					
LEISTUNGSFortsCHRITT, MATERIALLIEFERUNGEN (BZW. VOM AUFTRAGGEBER BEREITGESTELLTE MATERIALIEN) (REGIELEISTUNGEN SIND AUSSCHLIESSLICH IM REGIEBUCH ZU VERMERKEN)							
Wahltrakt EG		Schalung, Bewehrung, Elektrik + Erdung W10, W5 + Beton, Sicherungsarbeiten Schalung; Bewehrung, Elektrik - Erdung + Einbauten Tonne W10, W12 Klinken W15, W9 Anlegearbeiten Aha 7-12 (DQ)					
Erdgeschoss		Decke über UG schoben Achse I-C (1-5)					
Stahltrakt		Ausspannen Gerinnen; Untergeschoss Gerinnen und Bewehrung.					
Rollerung		Achse I					
UG		Decke abschieben (Total für Stahltrakt)					
		Kran Hubzeit max. Beladung 4t					
Bedenken gegen Weisungen, Beistellungen, Vorleistungen, und Ausführungsunterlagen							
Festgestellte Ausführungsfehler							
Besondere Vorkommnisse (Schwierisse, Schaden, Arbeitsunfall, etc.)							
Güte und Funktionsprüfungen:							
Regieleistungen	angeordnet	durch Gefahr im Verzug		Regiebericht Nr.:			
Ausführungsunterlagen	vollständig	fehlende Ausführungsunterlagen					
	unvollständig						
Baubesuch von	Auftraggeber	sonstige Besucher (Statiker, Baukoordinator, etc.)					
	Bevollmächtigter Vertreter						
Auftragnehmer oder dessen Beauftragter				Bauherr oder dessen Bevollmächtigter Vertreter:			
Unterschrift		25.06.2021		[Signature]		6.7.21	
		DATUM		UNTERSCHRIFT		DATUM	

Beachten Sie vor Unterfertigung auch Vermerke und Aufzeichnungen auf der Rückseite!
Eintragungen in die Bautagesberichte gelten als vom Vertragspartner bestätigt, wenn er nicht innerhalb von 14 Tagen (bei Eintragungen durch den Auftragnehmer ab dem Datum der Übergabe, bei Eintragungen durch den Auftraggeber oder dessen Bevollmächtigten ab dem Datum der Eintragung) schriftlich Einspruch erhoben hat. Im Falle eines Einspruches ist umgehend eine einvernehmliche Klärstellung der beanspruchten Eintragung anzustreben.

Abb. 3.23: Ausgefüllter Bautagesbericht

Wiege- und Lieferscheine

Wiegescscheinne werden von beauftragten Erdbauunternehmen ausgestellt und dem GU in Papierform übermittelt bzw. den Rechnungen beigelegt. In diesen Wiegescscheinne wird neben der Wiegescscheinnummer auch das Datum, die geladene Aushubmenge und die Bewertung des ausgehobenen Materials angegeben. Diese Einteilung ist insofern wichtig, da dadurch Mehrkosten auf den GU zukommen könnten, sofern es sich z.B. um Baurestmassen handelt. Baurestmassen müssen gesondert vom restlichen Bodenaushub auf eine eigene Deponie verführt werden. Da der Bodenaushub nicht im Vorhinein bestimmt und durch die Probeentnahmen mittels Bodengutachten nur schätzungsweise angenommen werden kann, sind auch die damit verbundenen Mehrkosten nicht im Voraus bewertet. Diese Punkte sind im Vertrag zwischen GU und Bauherrn stets anzuführen, sodass die Vergütung in solch unerwarteten Fällen geregelt ist. Deshalb ist es umso wichtiger, sämtliche übermittelte Wiegescscheinne zu dokumentieren und dem Bauherrn ggf. weiterzuleiten. In Abb. 3.24 wird ein klassischer Wiegescschein dargestellt. Das Aushubmaterial im Zuge eines gewöhnlichen Bauvorhabens wird u.a. in folgende Kategorien eingeteilt:⁹¹

- Bodenaushub rein
- Baurestmassen
- Inertabfälle
- Reststoffe

Wiegescschein 3228302 / E / 1092671

Datum	1.11.21	KFZ-Nr	8196 GT	1361	Brutto	42.380 kg
Datum	1.11.21	€/Tonne		0	Tarif	4.200 kg
Sorte	31411-29 Bodenaushub 31411-29		LSNr: 286017		Netto	28.180 kg
Baustoff	[Redacted]		Ankunft	Nettobetrag		
Frächtige	[Redacted]		Abfahrt	% MwSt.		
				ENDBETRAG		

Ware erhalten: _____

Unterschrift _____

Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung unser Eigentum.

Abb. 3.24: Wiegescschein eines Erdbauunternehmens

⁹¹Vgl. [42] Umweltbundesamt

Zusätzlich zum Wiegeschein, wird ein entsprechender Lieferschein vom Erdbauunternehmen dem GU in Papierform übermittelt. Dieser bestätigt den LKW-Transport und kann dem dazugehörigen Wiegeschein zugeordnet werden, wodurch sich die LKW-Anzahl für dieses Bauvorhaben genauestens ermitteln lässt. Im Zuge dessen kann eine Gegenüberstellung zu den Gewichtsangaben des Aushubmaterials aufgestellt und auf Plausibilität geprüft werden.

Lieferscheine werden auch bei Betonlieferungen ausgestellt und an die Bauleitung übergeben. Abb. 3.25 zeigt einen solchen Lieferschein. Da der Polier in den meisten Fällen die Betonbestellung aufgibt, bestätigt selbiger mit seiner Unterschrift, dass die auf dem Lieferschein angegebene Betonmenge auch tatsächlich auf die Baustelle geliefert wurde. Diese Lieferscheine werden von der Bauleitung gesammelt und archiviert. Auf diese Weise ist die benötigte Betonmenge für das Bauvorhaben genauestens dokumentiert und kann beispielsweise für Nachkalkulationen herangezogen werden.

LIEFERSCHEIN KUNDENEXEMPLAR		Werkverzeichnis umseitig		Z-2.2.1-1S-7943 WIEN-ZERT	
Kunde: 100330	Baustelle: 289464	Artikelbezeichnung: 08/10 X0 GK22 F52 ZG1	Artikelnummer: C081A022521	Menge (m³): 9,00	Festigkeitsklasse, WiB-Wert: EH
Werk: 2104 KLBG	Telefon: 050543-21000	Stand der Lieferung m³: Bestellt 9,00	Geliefert 9,00	Rest 0,00	Zement, Bindemittel: CEM II/A-M 40,5 N (Ma)
LS-Nr.: 1004092	Datum: 18.05.2022	Fax: 050543-921000	Gelieferte Betonsorte unterliegt fremdüberwachter Qualitätskontrolle nach ON B 4710-1 laut Lieferverzeichnis JA		Zusatzstoff: Fijamix C (Ma)
geht ab 1230			Zusatzmittel: dynamIQ fiow L - 01		
Achtung: eine normgemäße Nachbehandlung ist immer erforderlich!					
66 EN 844 PB	Fahrzeug-Nr. / Kennzeichen	Fahrer/Fahrerin	Unterschrift	Uhrzeit: 12:15	Übernat. Beladung
Die Gewährleistung des Transportbetonwerkes für die Betongüte erlischt, weil trotz vereinbarungsgemäßer Beton-sorte auf ausdrücklichen Wunsch des Abnehmers (Verwenders) folgende Zugabe erfolgte:	Wasser: <input type="checkbox"/> /	Zusatzmittel: <input type="checkbox"/> /	Fassern: <input type="checkbox"/> kg	Sonstiges: <input type="checkbox"/> kg	Planmäßige nachträgliche Wasserzugabe
					Max. erlaubte, planmäßig vorgesehene
					Wassermenge in Liter: /Fahrzeug
					Tatsächliche Zugabemenge: /Fahrzeug
					Bestätigung der handschriftlichen Eintragungen
					Uhrzeit, Name in BLOCKSCHRIFT
					Gefahrenhinweise wurden verstanden. Übernommene Lieferung entspricht der Bestellung, ist ordnungsgemäß und kann eingebaut werden.
					Uhrzeit, Name in BLOCKSCHRIFT
					Uhrzeit, Name in BLOCKSCHRIFT

Abb. 3.25: Lieferschein zu einer Betonbestellung

Baubesprechungsprotokolle

In der Praxis finden für gewöhnlich wöchentlich Baubesprechungen zum Bauvorhaben statt. Diese Besprechungen werden oftmals im Bürocontainer vor Ort oder in anderen Büroräumlichkeiten veranstaltet. In der Regel sind Bauleiter, Architekt, diverse Subunternehmer, Bauherr inklusive dessen Stellvertreter, die ÖBA, und ggf. weitere Entscheidungsträger an diesen Besprechungen beteiligt und behandeln wichtige Themen zum Bauvorhaben. Besondere Vorkommnisse auf der Baustelle, nächste Arbeitsschritte, eventuelle Verzögerungen oder wichtige Entscheidungsfindungen sind Gegenstand der Baubesprechung. Unter anderem werden neben dem Anführen des Datums auch Anwesenheitslisten geführt, um genau zu dokumentieren, wer an den Besprechungen teilgenommen hat. Folglich ist im Protokoll jeder an diesem Tag besprochene Punkt mit allen anwesenden Personen dokumentiert. Die

ÖBA ist in den meisten Fällen für die Erstellung solcher Protokolle verantwortlich und übermittelt diese per Mail an alle relevanten Projektbeteiligten.

Dokumentation des E-Mail-Verkehrs

Der E-Mail-Verkehr ist nach wie vor eines der wichtigsten Instrumente zum Informationsaustausch in der Baubranche. Schließlich werden auf diesem Weg relevante Dokumente, Fotos, Arbeitsanweisungen und Freigaben unter den Projektbeteiligten versendet. Deshalb ist die ordnungsgemäße Ablage solcher Mails für den GU umso wichtiger, um eventuell auftretende Unstimmigkeiten klären zu können.

Fotodokumentation

Die Fotodokumentation auf Seiten des GU erfolgt heutzutage mittels Smartphone oder Tablet mit dafür vorgesehenen Applikationen, so auch für dieses Bauvorhaben. Diese werden in Abschnitt 4.3 näher beschrieben.

Freigabenerteilung des GU

Damit der Bauprozess starten kann, müssen entsprechende Ausführungspläne vom Architekten, Statiker, FT-Produzenten und anderen Gewerken, wie Elektro und HKLS, erstellt werden. Diese sind u.a. vom Bauleiter bzw. Bautechniker und den anderen beauftragten Firmen stets zu überprüfen und freizugeben. Diese Freigaben erfolgen in der Regel per E-Mail. Erst wenn alle Anmerkungen eingearbeitet und alle Freigaben erteilt wurden, wird nach diesen Plänen gebaut. So kann dokumentiert werden, wer welche Pläne wann freigegeben hat, falls es zu einem späteren Zeitpunkt zu Problemen kommt. In der nachstehenden Auflistung sind Beispiele angeführt, welche von der Bauleitung zu kontrollieren sind, bevor bestimmte Pläne freigegeben werden:

- Höhenangaben
- Bauteilabmessungen
- Anzahl der Öffnungen und deren Abmessungen
- Anzahl der Durchbrüche und deren Abmessungen
- Brandschutzanforderungen
- Aufbauhöhen
- Einbauteile
- Deckenspannrichtungen

Planlieferlisten

Damit es zu keinen Verzögerungen im Bauablauf kommt, ist es umso wichtiger, rechtzeitig sämtliche Pläne zum benötigten Zeitpunkt geliefert zu bekommen. Aus diesem Grund sind Planlieferlisten zu führen. Diese werden zum Teil von dem Planer selbst als eigenes Dokument an die Projektbeteiligten ausgeschickt oder von der Bauleitung eigenständig geführt, um die Übersicht über die aktuellsten Pläne nicht zu verlieren. Dabei sollten stets Planinhalt, Plannummer, Index und Datum der Übermittlung auf einer ordnungsgemäßen Planlieferliste, wie auch in Abb. 3.26 ersichtlich, vorhanden sein.

Planer	Index	Inhalt	Plandatum	Indesdatum	Maßstab	Format	Medium	Status	Übermittelt an	am
PLANLISTE ARCHITEKT										
PP.EL ÜBERSICHTSPÄNE (Grundrisse mit Möblierung)										
PP.EL.00	04	Untergeschoß	15.06.2021	08.04.2022	1:100	90 / 60	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.EL.01	04	Erdgeschoss	15.06.2021	08.04.2022	1:100	90 / 60	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.EL.02	04	Obergeschoss 1	15.06.2021	08.04.2022	1:100	90 / 60	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.EL.03	03	Obergeschoss 2	15.06.2021	08.04.2022	1:100	90 / 60	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.EL.04	04	Obergeschoss 3+4	15.06.2021	08.04.2022	1:100	90 / 60	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.EL.05	03	Obergeschoss 5 + DDS	01.10.2021	08.04.2022	1:100	90 / 60	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR AUSFÜHRUNGSPLANUNG GRUNDRISSSE										
PP.GR.01	07	ON 06-10 Untergeschoß	15.03.2021	17.05.2022	1:50	135 / 118,8	pdf / dwg	2	CLOUD, ALLE	17.05.2022
PP.GR.02	06	ON 06-10 Erdgeschoss	25.03.2021	08.04.2022	1:50	135 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR.03	04	ON 06/10 Obergeschoss 1	30.04.2021	08.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR.04	04	ON 08 Obergeschoss 1	30.04.2021	08.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR.05	04	ON 06/10 Obergeschoss 2	11.06.2021	08.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR.06	02	ON 08 Obergeschoss 2 / Dachgarten	11.06.2021	08.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR.07	04	ON 06/10 Obergeschoss 3	11.06.2021	08.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	08.04.2022
PP.GR.08	04-IA	ON 06/10 Obergeschoss 4	01.10.2021	19.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	19.04.2022
PP.GR.09	04-IA	ON 06/10 Obergeschoss 5	01.10.2021	19.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	19.04.2022
PP.GR.10	01	ON 06/10 Dachdraufsicht	15.02.2022	01.04.2022	1:50	82 / 118,8	pdf / dwg	1	CLOUD, ALLE	01.04.2022

Abb. 3.26: Beispiel einer klassischen Planlieferliste

Dokumentation der Abnahmen von Subunternehmen

Sobald bestimmte Nachunternehmer ihre Arbeit auf der Baustelle beendet haben, erfolgt in den meisten Fällen eine Abnahme durch die Baufirma. Diese geschieht zum Teil formlos und manchmal sogar durch Begehungen und schriftliche Abnahmeprotokolle. Anschließend übermittelt der Subunternehmer seine Dokumentation, die u.a. Produktdatenblätter, Bedienungsanleitungen, Einbaubestätigungen und CE-Kennzeichnung der verwendeten Materialien umfasst. Diese werden von der Bauleitung entsprechend gesammelt und bei Projektübergabe dem Bauherren per E-Mail, in Form von PDF-Dokumenten zugesendet.

Projektstartgespräch/Baueinleitungsgespräch

Das Projektstartgespräch findet intern im ausführenden Bauunternehmen zwischen dem Gruppenbauleiter, dem zuständigen Bauleiter und dem Kalkulanten statt. Dabei überreicht der Kalkulant sämtliche relevanten Unterlagen zum BVH an den Bauleiter. Ziel ist es, dass bereits vorhandene Wissen an den Bauleiter weiterzugeben, um eine möglichst rasche Einarbeitung ins Projekt zu ermöglichen. Die Übergabe erfolgt in der Regel formlos. Bevor die ersten Arbeiten auf der Baustelle beginnen, kommen allerdings auch Bauherr, Bauherrnvertreter, Bauleiter, Architekt und eventuell wichtige Nachunternehmer ebenfalls zu einem Erstgespräch zusammen. Hier werden relevante Informationen ausgetauscht, diverse Unterlagen nachgereicht und die weitere Vorgehensweise besprochen. In einem dafür vorgesehenen Protokoll werden sämtliche besprochenen Punkte notiert und die Anwesenheit aller Beteiligten aufgenommen. Dieses Protokoll wird in der Regel nach dem Erstgespräch an die betroffenen Personen per Mail zugesendet.

Übergabeprotokolle

Nach Fertigstellung des Bauvorhabens erfolgt die Übergabe des Projekts an den AG. In diesem Übergabeprotokoll werden wichtige Informationen, wie die termingerechte Fertigstellung, die vertraglich vereinbarte Leistung und die aufgenommenen Mängel dokumentiert. Mit der Unterschrift beider Parteien gilt das Projekt offiziell als übergeben. Dies ist besonders für die Schlussrechnungslegung wichtig. Bei der Übergabe aufgenommene Mängel sind bis zu einem festgelegten Termin, welcher im Übergabeprotokoll vermerkt ist, zu beheben. Zusätzlich werden in diesem Protokoll alle bei der Übergabe anwesenden Personen vermerkt, die dies mit ihrer Unterschrift bestätigen müssen. Zudem wird die Übergabe

sämtlicher Schlüssel ebenfalls schriftlich dokumentiert, unterfertigt und dem Übergabeprotokoll beigelegt. Weiters werden alle Zählerstände (Strom und Wasser) abfotografiert, exakt niedergeschrieben und dem Bauherrn zwecks Dokumentation ebenfalls übergeben.

Die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Punkte der Bauprozessplanung liefern eine ideale Basis für die Erstellung eines Datenflussdiagramms. Dabei sollen alle notwendigen Punkte für die Umsetzung eines Projekts in diesem veranschaulicht und jeder Prozess schrittweise erläutert werden.

3.5 Datenflussdiagramm in der konventionellen Bauprozessplanung

Zur Veranschaulichung der konventionellen Baustellenplanung ist mit Hilfe der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Baustelleneinrichtung, Bauzeitplanung und Baudokumentation ein optischer Datenfluss erstellt worden. Dieser erstreckt sich bereits vor Beginn der ersten Bauarbeiten bis hin zur Fertigstellung des Projekts. Die in Abb. 3.28, Abb. 3.29 und Abb. 3.30 ersichtlichen Organigramme wurden mit der Darstellungsform Business Process Model and Notation (BPMN) erstellt. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Bauphasen 1 bis 4 aus Abschnitt 3.2.5 sind nun ebenfalls die Phasen 0 und 5 definiert, um auch zu diesen Projektzeitpunkten relevante Vorkommnisse darstellen zu können. Zusätzlich wird die gesamte Bauprozessplanung selbst um das stets präsente Kostenmanagement ergänzt. In den Spalten *Baustelleneinrichtung*, *Bauzeitplanung*, *Baudokumentation* und *Kostenmanagement* sind die jeweiligen vorkommenden Elemente für die einzelnen Phasen dargestellt. Die Spalte *Ereignisse in den Projektphasen* dient zur Veranschaulichung der stattfindenden Prozesse zum jeweiligen Projektfortschritt. Die Bedeutung der verwendeten Farben kann aus Abb. 3.27 entnommen werden. Die grau dargestellten Prozesse beschreiben einen bestimmten Vorgang im Ablauf der jeweiligen Phase. Die schwarzen Pfeile führen stets zum anschließenden Prozess. Ein Pfeil oder ein Prozess in orange stellt einen schriftlichen Vorgang in Papierform dar. Blau dargestellte Elemente beschreiben eine digitale Bearbeitung. Die grünen Pfeile und Prozesse symbolisieren einen Arbeitsschritt mittels MS Project oder Excel.

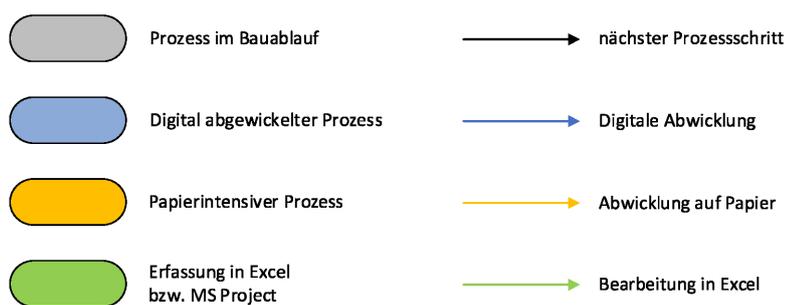


Abb. 3.27: Legende zum konventionellen Datenflussdiagramm

Bauphasen 0 und 1: Im vorhandenen Organigramm wird vorausgesetzt, dass sämtliche Prozesse vor Auftragsbestätigung erfolgt sind, sodass umgehend mit der Arbeitsvorbereitung (AVOR) und der Ausführung begonnen werden kann. Das intern stattfindende Projektstartgespräch zwischen Kalkulant und Bauleiter ist somit der Startpunkt für das vorliegende Organigramm. In diesem Gespräch übergibt der Kalkulant dem Bauleiter das Projekt und informiert ihn über Besonderheiten. Oftmals muss der Bauleiter im Anschluss an das

Gespräch die übermittelten Unterlagen überarbeiten oder ergänzen. Auch eine Baufeldbegehung mit einer Fotodokumentation ist dabei sehr hilfreich und nicht untypisch. Daraufhin folgt das Baueinleitungsgespräch mit dem AG, dessen ÖBA und dem zuständigen Planer. Hierbei lernen sich die Projektbeteiligten in der Regel das erste Mal kennen und tauschen wichtige Projektinformationen untereinander aus. Werden bestimmte Punkte neu geplant oder anders gewünscht, so müssen vom Bauleiter Zusatzangebote gestellt werden. Ist dies nicht der Fall, beginnt der Bauleiter mit seinen Berechnungen für die Baustelleneinrichtung bzw. mit der Erstellung eines Bauzeitplans (BZPL). Ein weiterer und äußerst wichtiger Punkt ist die Erstellung des Baustelleneinrichtungsplans. Dieser wird nach Fertigstellung per E-Mail an die zuständige Behörde zur Durchsicht geschickt. In einem darauffolgenden Verhandlungstermin wird dieser entweder bewilligt oder abgelehnt. Trifft Letzteres zu, so muss ein neuer Plan erstellt und versendet werden. Dem Ausführungsbeginn steht nach erfolgreicher Zusage der Behörde nichts mehr im Wege. Der Bauleiter kümmert sich nun um die Gefahrenevaluierung, welche bei diesem Bauvorhaben mittels der ÖBEV4-Software erfolgt und die – falls notwendig – Kampfmittelsondierung. Ebenfalls wird ein externer Sachverständiger mit der Beweissicherung vor Baubeginn beauftragt. Dieser begutachtet und dokumentiert u.a. mittels Fotos die umliegenden Nachbargebäude, falls im Bauablauf Nachbarn geschädigt werden. Parallel dazu stellt der Bauleiter mit seinem Techniker Ausschreibungsunterlagen für kommende Arbeiten, wie beispielsweise den Erdaushub und die Baugrubensicherung zusammen. Die Nachunternehmer werden zur Angebotslegung eingeladen, indem sie die Unterlagen per E-Mail zugeschickt bekommen. Im Anschluss werden die erhaltenen Angebote geprüft und mit potentiellen Subunternehmern Vergabegespräche geführt und Aufträge erteilt. Da ein Bauleiter am Ergebnis seiner Baustelle gemessen wird, muss er schlussendlich noch eine AK erstellen, um sämtliche Kosten stets zu aktualisieren und den Überblick zu behalten.

In der *Phase 1 – Voraushub und Baugrubensicherung* beginnen die Arbeiten auf der Baustelle. Neben dem Einrichten der Baustelle und der Aufstellflächen für die schweren Baugeräte, müssen auch die notwendigen Pläne freigegeben sein, sodass mit dem Voraushub und der Herstellung der Pfähle begonnen werden kann. Die zeitliche Einteilung dieser Prozesse erfolgt laut BZPL. Etwaige Verzögerungen sind demnach einzuarbeiten und an die Projektbeteiligten zu versenden. Werden während der Ausführung Änderungen seitens des AG gewünscht, müssen diese vom Bauleiter vorbereitet und versendet werden. Dies erfolgt für das vorhandene Beispiel per E-Mail, weshalb eine nachvollziehbare Dokumentation des gesamten E-Mail-Verkehrs sinnvoll ist. Parallel zu den Ausführungsarbeiten, dokumentiert der zuständige Polier den gesamten Ablauf in den Bautagesberichten. Diese werden schriftlich per Hand verfasst, in der Regel vom Bauherrn bzw. dessen ÖBA unterfertigt und anschließend im entsprechenden Ordner abgelegt. Wiege- und Lieferscheine vom Erdbauunternehmen werden ebenfalls in Papierform an die Bauleitung übergeben, unterfertigt und archiviert. Zusätzlich zu den Bautagesberichten wird der Bauablauf durch Fotos vom Bauleiter, Techniker oder Polier festgehalten. Per Cloudfunktion sind diese mittels Tablet oder Handy erstellten Fotos am PC sofort verfügbar und müssen lediglich noch in den dafür vorgesehenen digitalen Ordner gespielt werden. Baubesprechungsprotokolle erstellt die ÖBA im Zuge der für gewöhnlich wöchentlich stattfindenden Baubesprechungen. Diese werden an den GU per E-Mail versendet und anschließend digital abgelegt. Ein weiterer wichtiger Punkt, den es festzuhalten gilt, ist die Stundenaufzeichnung der Arbeiter. Die Stundenliste wird händisch auf Papier geführt, der Bauleitung übergeben und anschließend in Excel-Dateien eingetragen und archiviert. Zuvor muss allerdings jeder Arbeiter, der die

Baustelle betritt, eine vom Polier erklärte Sicherheitsunterweisung per Unterschrift auf Papier bestätigen.

Die Rechnungslegung an den Bauherrn erfolgt nach bestimmten Meilensteinen im Bauablauf. Rechnungen von Subunternehmen werden in der Regel in Papierform übermittelt und von der Bauleitung geprüft. Nach der Rechnungskontrolle werden diese kopiert, gescannt und zwecks Dokumentation abgelegt. Neben der Koordination des Bauablaufs muss der Bauleiter mit seinem Techniker auch dafür sorgen, dass Folgearbeiten ohne Unterbrechungen stattfinden können. Deshalb ist es wichtig Ausschreibungen rechtzeitig zu verschicken, Vergabegespräche zu führen und schließlich Nachunternehmer zu beauftragen. Die Ausschreibungsunterlagen werden für gewöhnlich per E-Mail an diverse Nachunternehmer gesendet. Die erhaltenen Angebote werden anschließend geprüft und die jeweiligen Subunternehmer zu Vergabegesprächen eingeladen. Die in der Verhandlung besprochenen Themen werden im Verhandlungsprotokoll schriftlich festgehalten. Die Beauftragung erfolgt mittels Auftragschreiben per E-Mail. Damit der Bauleiter die Kosten nicht aus den Augen verliert, wird die AK, wie in Abb. 3.28 ersichtlich, nach bestimmten Prozessen laufend aktualisiert.

Bauphasen 2 und 3: Betrachtet man die Elemente der Bauprozessplanung in Phase 2 und 3, so unterscheiden sich diese nur minimal zu Phase 1. Die Aufstellung des Krans ist ein wesentlicher Aspekt für den Bauprozess. Danach erfolgt der Aushub der Baugrube mit nachlaufender Spritzbetonsicherung. Hierfür muss ein Silo auf einer geeigneten Position aufgestellt werden. Nach Fertigstellung des Aushubs und der Baugrubensicherung erfolgt *Phase 3 – Rohbau in Ortbetonbauweise*. Dies wird vom GU mit eigenem Personal und zum Teil mit Hilfe von Leiharbeitern ausgeführt, wofür auch Lagerflächen für diverse Materialien, wie Schalung, Bewehrung etc. benötigt werden. Die Bestellung des Materials erfolgt durch Polier, Bauleiter oder Techniker. Dadurch anfallende Lieferscheine werden kontrolliert und in dem dafür vorgesehenen Baustellenordner archiviert. Lieferscheine (LS) von Betonlieferungen werden in Excel eingetragen und laufend mit der Bestellmenge abgeglichen. Die Entsorgung des anfallenden Bauschutt erfolgt mittels den dafür aufgestellten Mulden.

Bauphasen 4 und 5: Ähnlich zur Phase 3 verläuft auch die *Phase 4 – Rohbau in Fertigteilbauweise*. Eine ausreichende Lagerfläche für die Fertigteile muss bereitgestellt werden. Ebenso ist eine reibungslose Anlieferung der FT, sowie deren Einbau mittels Kran, zu bedenken. Die restlichen Prozesse können aus der vorhergegangenen Phase entnommen werden.

Sind alle Ausführungsarbeiten abgeschlossen, erfolgt Phase 5. In dieser Phase findet die Übergabe des Bauprojekts statt. Zuvor werden bei einer Mängelbegehung zwischen der Bauleitung und den Subunternehmern Mängel festgestellt und mittels digitalem Tool aufgenommen. Aufgetretene Mängel müssen unbedingt vor der Projektübergabe behoben werden. Weiters sind vor der Übergabe sämtliche Dokumentationsunterlagen, Einbaubestätigungen, Nutzerhandbücher etc. der Nachunternehmer einzuholen und an den Bauherrn per E-Mail zu versenden. Im Anschluss erfolgt die Baustellenräumung und die Endreinigung. Parallel dazu wird derselbe Sachverständige, welcher bereits vor Baubeginn die Beweissicherung aufgestellt hat, erneut damit beauftragt. Auf diesem Wege wird festgestellt, ob im Zuge der Bauarbeiten Schäden an den Nachbargebäuden verursacht wurden. Die übermittelten Unterlagen des Sachverständigen werden digital abgelegt. Danach wird das fertige Projekt offiziell an den Bauherrn übergeben. Werden im Zuge dieser Übergabe weitere Mängel festgestellt, müssen auch diese erneut erfasst und an den zuständigen Subunternehmer zur Mängelbehebung geschickt werden. Die Übergabe gilt als anerkannt, wenn sowohl AG als auch AN das dafür vorgesehene Übergabeprotokoll schriftlich auf Papier unterzeichnen. Besonders wichtig ist hierbei das Datum der Übergabe und die damit dokumentierte Ein-

haltung des Terminplans. Nach vollbrachter Übergabe und Zahlung der vom GU gestellten Schlussrechnung aktualisiert der Bauleiter seine AK ein letztes Mal, um das Ergebnis der Baustelle zu erhalten. Daraufhin startet die Nachkalkulation für das Bauvorhaben.

Beim ersten Blick auf das nachstehende Organigramm fällt sofort auf, dass der konventionelle Ablauf von Prozessen in Papierform geprägt ist. Dies zieht sich durch alle vorkommenden Phasen im Bauprojekt. Besonders betroffen davon sind wiederkehrende Prozesse, wie das Schreiben von Bautagesberichten, die Übernahme von Wiege- und Lieferscheinen oder das Erhalten von Rechnungen. Das Flussdiagramm zeigt eindeutig, dass es hier Potential gibt nicht nur Papier, sondern auch aufwendig betriebene Bürokratie, sowie Zeit und Aufwand zu sparen. Weiters sind jene Prozesse auffällig, welche im Anschluss schriftliche Freigaben benötigen. Hier ist ebenfalls Verbesserungspotential gegeben, um einerseits die Erteilung von Freigaben, sowie deren Ablage einfacher gestalten zu können. Ein weiterer interessanter Punkt ist die Bearbeitung bestimmter Vorgänge, wie die Erstellung des Bauzeitplans mittels MS Project, die Bearbeitung der AK, oder die Aktualisierung der Planliefer- und Stundenlisten der Arbeiter in einzelnen Excel-Dateien. Hier müssen die erwähnten Prozesse im Anschluss digital abgelegt werden. Eine Software, die all diese Punkte in einem System vereint, könnte Abhilfe schaffen.

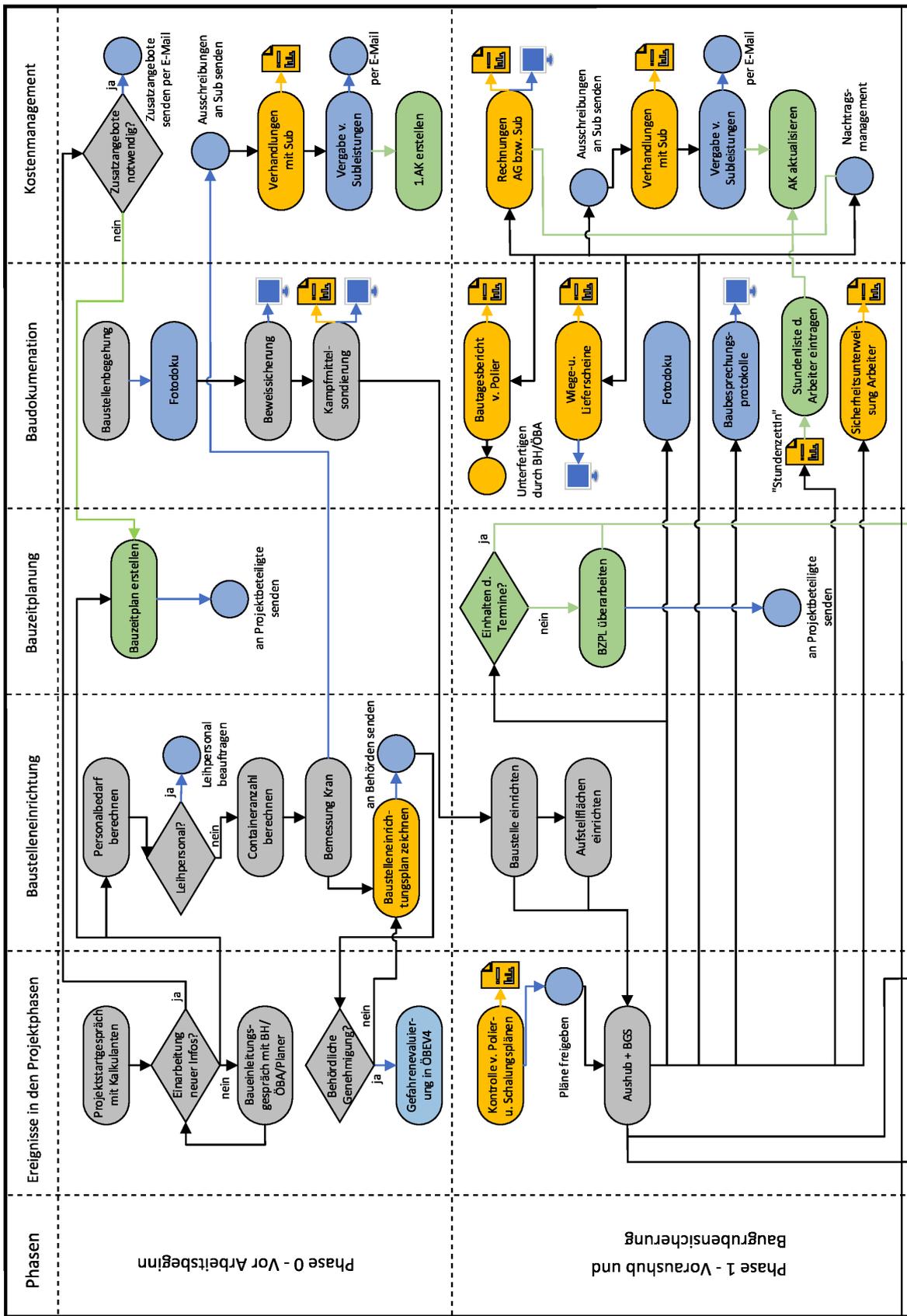


Abb. 3.28: Optischer Datenfluss der konventionellen Bauprozessplanung Teil 1

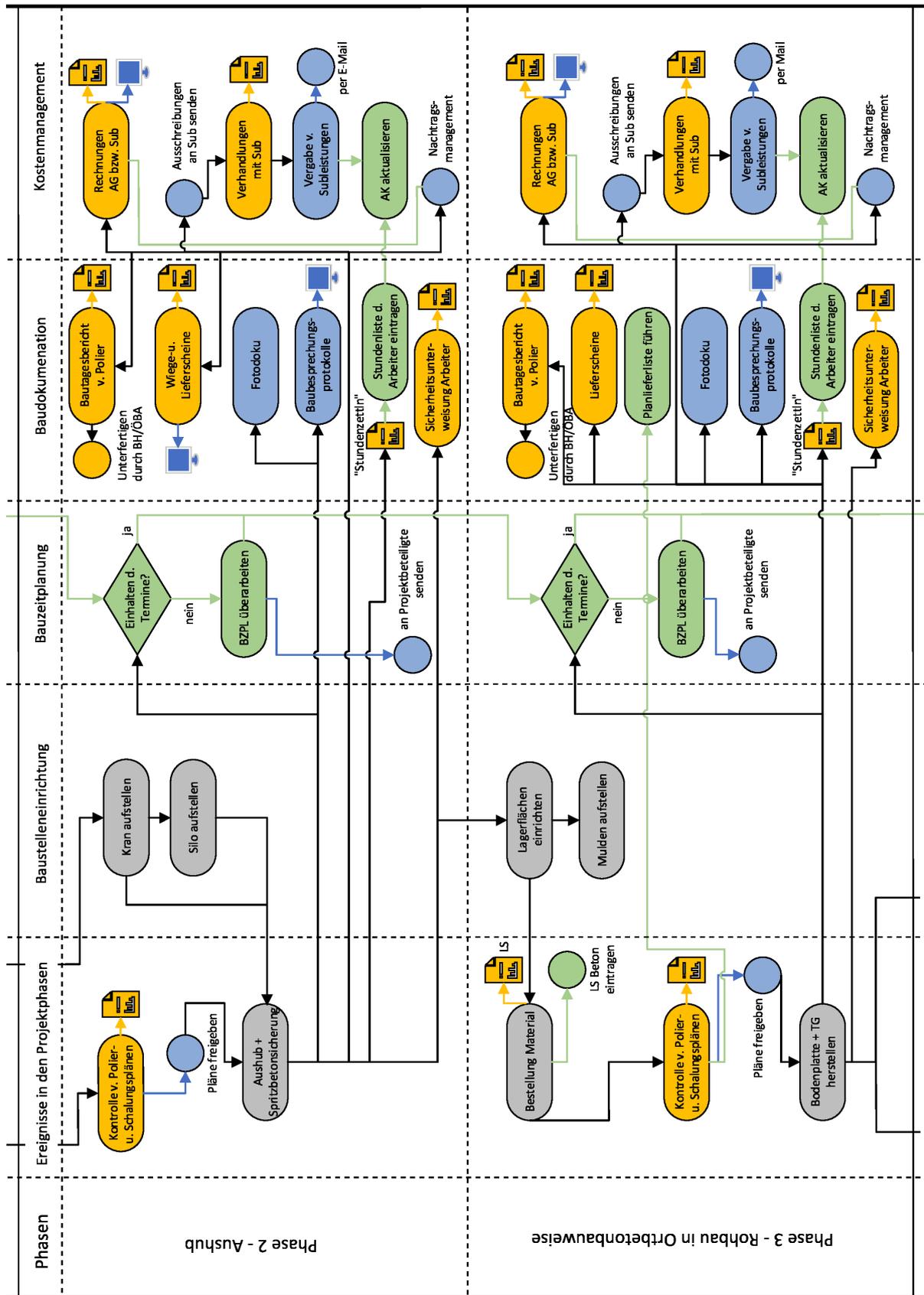


Abb. 3.29: Optischer Datenfluss der konventionellen Bauprozessplanung Teil 2

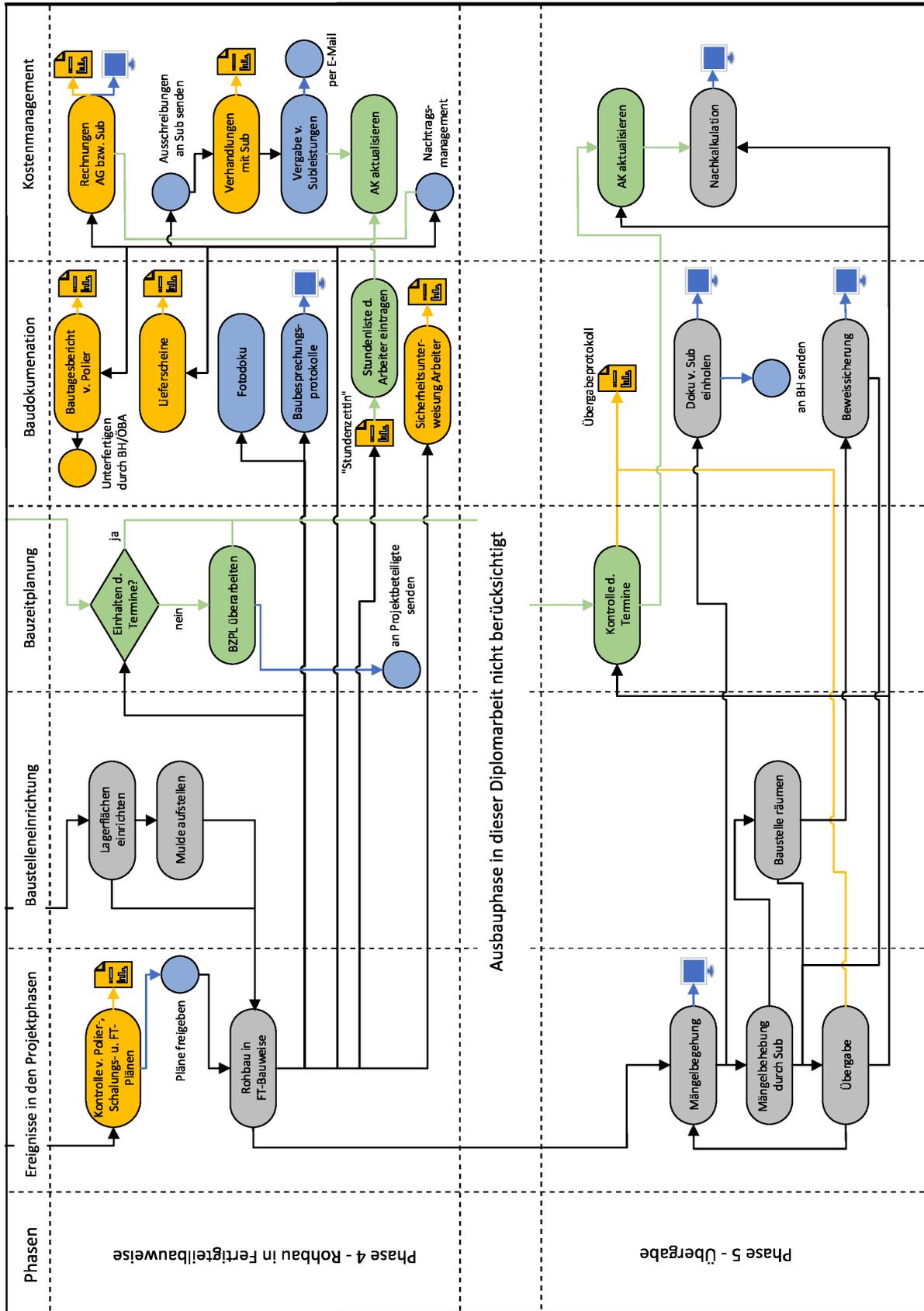


Abb. 3.30: Optischer Datenfluss der konventionellen Bauprozessplanung Teil 3

Kapitel 4

Digitale Bauprozessplanung

In diesem Kapitel erfolgt die Bauprozessplanung im Gegensatz zum vorherigen Kapitel auf digitale Weise. Dabei wird ebenfalls näher auf die Baustelleneinrichtung, Bauzeitplanung und Baudokumentation eingegangen. Ziel ist es einerseits überflüssige Schnittstellenprozesse zu eliminieren und andererseits papierlastige Arbeitsschritte zu reduzieren, um den bürokratischen Aufwand möglichst gering zu halten. Hierzu werden digitale Möglichkeiten zu deren Abwicklung präsentiert und die jeweilige Vorgehensweise beschrieben. Die in dieser Diplomarbeit vorgestellten digitalen Lösungen sind nach Empfinden des Autors und seiner Interviewpartner die zur Zeit geeignetsten Softwarelösungen in der Abwicklung von Bauprozessen.

4.1 Baustelleneinrichtung

Die optische Darstellung der Baustelleneinrichtung für das vorhandene BVH erfolgt nun mittels der Software *Xitavis*. Mit Hilfe dieses Baulogistik-Programms können u.a. verschiedenste Flächen wie Kranstandort, Lagerflächen, Containerflächen oder Be- und Entladezonen digital definiert und optisch veranschaulicht werden. Hierfür muss vorab der dazugehörige Lageplan als .pdf- oder .jpg-Datei eingespielt werden. Mit dem dazugehörigen *Flächenmanagementtool* können anschließend beliebig große Flächen eingezeichnet und benannt werden. Neben der optischen Darstellung der Baustelleneinrichtung ermöglicht die Software auch Buchungen für bestimmte Flächen zu tätigen. Markierte Flächen im Plan sind sowohl für das Eigenpersonal, als auch für Subunternehmer, sofern ihnen der Zugang zur Software ermöglicht wird, für einen bestimmten und vordefinierten Zeitraum buchbar. Beispielsweise kann so bei einer Betonanlieferung sowohl die Be- und Entladezone, als auch der Kraneinsatz für die benötigte Dauer von den zuständigen Personen gebucht werden. Buchungen müssen vom Admin, in dem Fall von der Bauleitung, bestätigt werden. Dadurch sind nicht nur die Anlieferungen der Lieferanten zeitlich exakt getaktet, sondern gleichzeitig auch genau dokumentiert. Die Kranverwendung über die gesamte Projektdauer wird somit ebenfalls erfasst. Koordinationsprobleme, mit denen sich der Bauleiter bzw. Polier bei Anlieferungen oder bei Kraneinsätzen auseinandersetzen muss, sind somit hinfällig. Vor allem können dadurch in der Praxis oft vorkommende Stehzeiten vermieden und damit verbundene Kosten reduziert werden. Ein zusätzlicher Vorteil von *Xitavis* ist, dass Lieferanten ebenfalls die Möglichkeiten haben, bei Buchungen Lieferscheine hochzuladen und beizufügen. Dadurch wird nicht nur viel Papier gespart, sondern auch das langfristige oder umständliche Suchen von fehlenden Lieferscheinen, welches auf der Baustelle häufig vorkommt, entfällt.

Xitavis kann, wie oben erwähnt, zur optischen Darstellung der Baustelleneinrichtung verwendet werden und gibt einen Überblick über die verfügbaren Flächen bzw. die eigentliche Ausführung der Baustelleneinrichtung wider. Sämtliche benötigte Gegenstände eines Baustelleneinrichtungsplans müssen allerdings nach wie vor eigenständig ermittelt und eingeteilt werden. Lagerflächen oder benötigte Flächen für das Aufstellen von Containern müssen daher im Vorhinein bestimmt sein, um diese im Programm einzeichnen zu können. Dennoch ist *Xitavis* ein äußerst hilfreiches Tool für die logistische Abwicklung auf der Baustelle.

4.2 Bauzeitplanung

Die im Rahmen dieser Diplomarbeit geführten Interviews mit Bauleitern zeigen auf, dass die Bauzeitplanung trotz einiger Alternativen in Abhängigkeit von der Projektgröße, auf MS-Project und Excel erfolgt. Die Nutzung dieses Programms ist zwar eine konventionelle, aber auch digitale Variante für die Bauzeitplanung. Dennoch muss die erstellte Datei in der Regel per E-Mail an die Projektbeteiligten versendet und laufend im Programm selbst angepasst werden. Der einfache Umgang und die Übersichtlichkeit des Programms sind weitere Gründe, weshalb bis dato noch kein Umstieg auf eine andere Variante vorgenommen wurde. Trotz dieser bewährten Methode will der Autor die Möglichkeit nutzen, eine potenzielle Alternative aufzuzeigen. Zu diesem Zweck wird der Bauzeitenplan von *Capmo* herangezogen. Mit Hilfe dieses Tools können Bauzeitpläne erstellt und gleichzeitig der aktuelle Projektfortschritt prozentual wiedergegeben werden, was bei MS-Project nicht möglich ist. Zudem können im Gegensatz zu MS-Project eventuelle Terminkollisionen automatisch angezeigt werden, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Es bietet sich sogar die Möglichkeit, bereits vorhandene MS-Project Dateien in *Capmo* einzuspielen und weiter zu bearbeiten. In Abb. 4.1 ist ein derartiger Bauzeitplan zu sehen.

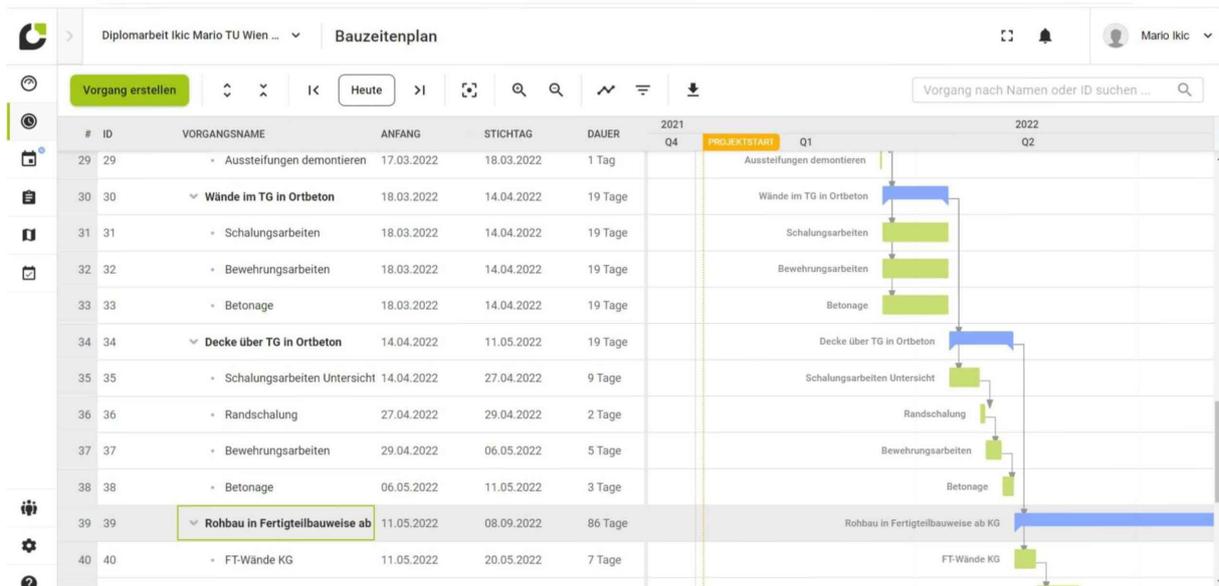


Abb. 4.1: Darstellung des Bauzeitplans mittels Capmo

Es besteht die Möglichkeit eine Vielzahl an Informationen, wie Vorgangsname, Anfang, Stichtag, Dauer und Prozessfortschritt etc. im Bauzeitplan anzugeben. Je nach Belieben des Erstellers können diese Punkte bei der Erstellung des Bauzeitplans an- bzw. abgewählt werden. Nur die Elemente, die tatsächlich ausgewählt werden, sind im Bauzeitplan (BZPL) ersichtlich.

Der fertig erstellte Plan wird schließlich aus *Capmo* entweder als PDF- oder MS-Project-Datei exportiert und an die jeweiligen Projektbeteiligten per E-Mail versendet. Der Bauzeitplan für das zu behandelnde BVH ist in Anhang A.3 ersichtlich.

4.3 Baudokumentation

In diesem Abschnitt werden einige nützliche digitale Tools zu diversen Dokumentationsmitteln vorgestellt, die u.a. bereits auf Baustellen im Einsatz sind. Ziel ist es, papierlastige und schriftlich erstellte Prozesse zu reduzieren und diese künftig digital abzuwickeln.

Bautagesbericht: Nachstehend werden zwei Softwaremöglichkeiten vorgestellt, welche digitale Bautagesberichte anbieten. Auf Basis der geführten Interviews mit den jeweiligen Anbietern und den Erkenntnissen des Autors aus Ablaufsimulationen in Testversionen der jeweiligen Software, haben sich folgende Einsatzmöglichkeiten als vielversprechend erwiesen:^{92,93}

- *Modocu* bietet eine gute Möglichkeit Bautagesberichte ohne viel Mühe, durch ein vorgefertigtes, aber individuell anzupassendes Layout, wie in Abb. 4.2 ersichtlich, digital zu verfassen. Sämtlich relevante Informationen, wie Datum, Wetter, Berichtsnummer, Arbeitszeit etc. sind problemlos auszuwählen bzw. auszufüllen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit Fotos zu den einzelnen Bautagesberichten hinzuzufügen. Mit *Modocu* kann sowohl die Zeiterfassung des eigenen Personals, als auch aller anwesenden Nachunternehmer gleichzeitig dokumentiert werden. Eine Stundenübersicht wird vom Programm automatisch erstellt, kann mühelos exportiert und bei Bedarf an die Subunternehmer versendet werden. Solch eine Übersicht ist ebenfalls für Nachkalkulationen bzw. Kalkulationen anderer Projekte äußerst hilfreich. Die digitale Abnahme bzw. Unterfertigung der Bautagesberichte über *Modocu* ermöglicht einen raschen, digitalen Bearbeitungsvorgang ohne einen zusätzlichen Aufwand betreiben zu müssen. Hierfür muss lediglich ein Benutzer für den Bauherrn bzw. seine ÖBA in der Software angelegt werden. Die Software ist entweder über den Webbrowser oder die mobile Applikation, die u.a. auch zusätzliche Funktionen, wie das Diktieren der Bautagesberichte enthält, verfügbar. Mit Hilfe der Abb. 4.2 wird ein Überblick über die Vorgehensweise zur Erstellung solcher Berichte gegeben. Die digitale Erfassung von Bautagesberichten spart nicht nur Papier, sondern auch damit verbundene Prozesse wie das Einscannen, Versenden und Ablegen des Berichts. Der bürokratische Aufwand, den sich der Polier dadurch erspart, ist wesentlich. Ein fertig erstellter Bautagesbericht ist in Anhang A.4 ersichtlich.

⁹²Vgl. [30] Modocu Software GmbH

⁹³Vgl. [6] Capmo GmbH

The screenshot displays the Modocu software interface for creating a construction daily report. The top navigation bar includes the 'modocu' logo and menu items 'Projekte' and 'Aktuelle Medien'. The main heading is 'Bautagesberichte zu 110_0022'. A sidebar on the left contains a '+ Neu erstellen' button and a list of reports with columns for 'Nr.', 'Datum', and 'Abg.'. The main content area is titled 'Bautagesbericht Nr.: 2' and includes fields for 'Projekt/Bauvorhaben: 110_0022', 'Datum: 20.08.2022', and 'Arbeitszeit von: 07:00 bis: 17:00'. There are sections for 'Wetter', 'Temperaturen', 'Qualifikationen' (with a table for 'Anz.', 'Std.', 'Ges.'), 'Arbeitsleistungen', 'Regieleistungen', and 'Besonderes / Erschwernisse'.

Abb. 4.2: Bautagesbericht Vorlage auf Modocu

- Im Vergleich zu *Modocu* [30] bietet auch *Capmo* [6] eine Alternative zu den Bautagesberichten in Papierform. Neben eigenständigen zu verfassenden Angaben, werden auch andere Daten, wie das Datum oder das Wetter automatisch im Bautagebuch ergänzt. Wie *Modocu* bietet auch *Capmo* die Möglichkeit, mittels Diktierfunktion die zu dokumentierenden Ereignisse, in das Programm zu sprechen und nicht mehr per Hand bzw. am Laptop oder Computer zu schreiben. Dies ermöglicht eine sofortige Aufnahme der Geschehnisse direkt vor Ort. Die Option, die Berichte in schriftlicher Form zu verfassen, bleibt jedoch weiterhin bestehen. Ziel ist es allerdings, die Berichte stets aktuell mit Hilfe eines Tablets oder Mobiltelefons über die Diktierfunktion zu erstellen, damit sich einerseits der bürokratische Aufwand für den Verfasser reduziert und andererseits keine Vorkommnisse vergessen werden. Dies ist im konventionellen Bauablauf oft der Fall, da Bautagesberichte erst am Ende des Tages verfasst werden. Das Einfügen von wichtigen Fotos zwecks Dokumentation ist ebenfalls problemlos möglich. Der fertige Bericht wird letztendlich als PDF exportiert und kann direkt aus *Capmo* per E-Mail an die Projektbeteiligten zur Durchsicht und Unterfertigung versendet werden. In der nachstehenden Abb. 4.3 sind sämtliche wichtige Informationen des Bautagesberichts dargestellt und zu Anschauungszwecken bereits ausgefüllt. Ein fertig verfasster und als PDF exportierter Bautagesbericht ist in Anhang A.5 zu finden. Im Gegensatz zur Desktopversion, verschafft die nachstehende Abb. 4.4 einen Überblick über die Anwendung des Bautagebuchs von *Capmo* auf dem Mobiltelefon.

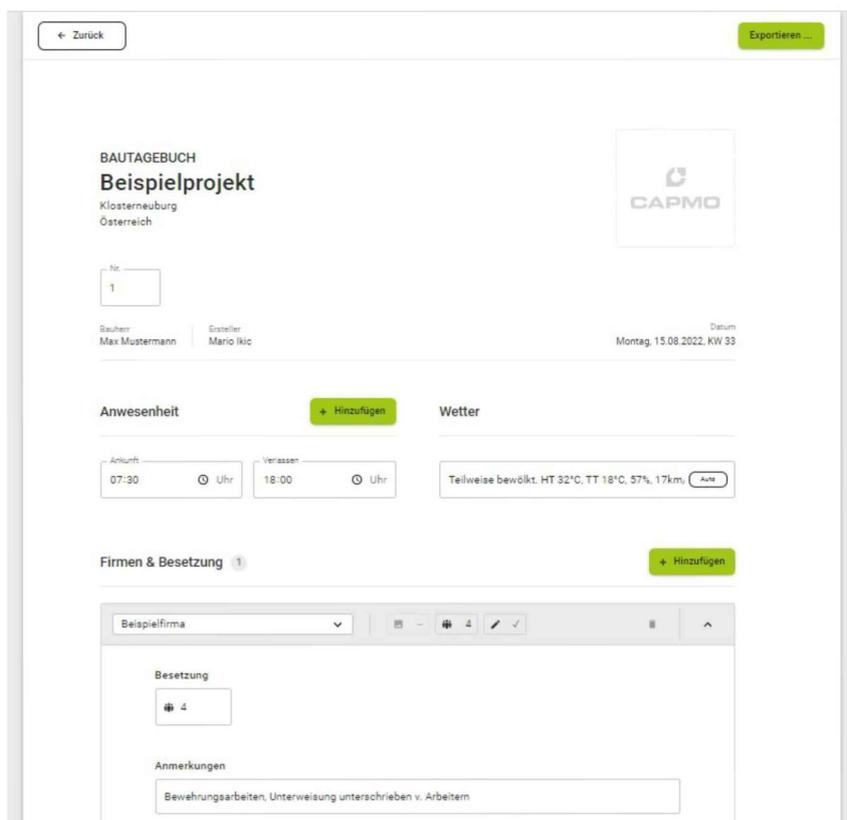


Abb. 4.3: Desktopversion des Bautagebuchs von Capmo

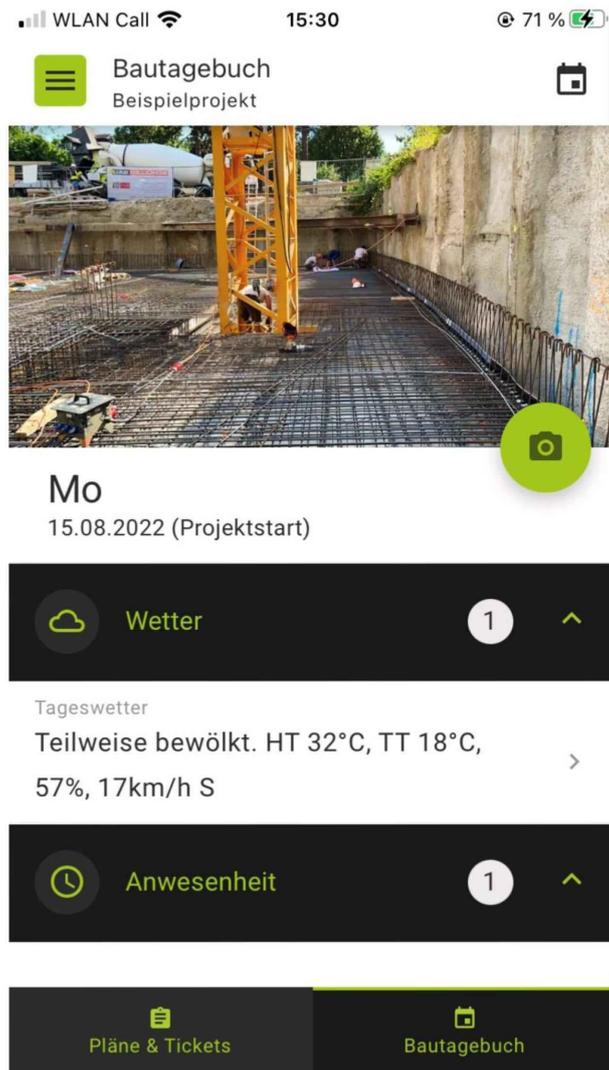


Abb. 4.4: Bautagebuch von Capmo als App auf dem Mobiltelefon

- *PlanRadar* [34] bietet ähnliche Funktionen wie die bisher genannten Anbieter, um Bautagesberichte digital zu erfassen.⁹⁴ Zu erwähnen ist jedoch, dass die Vorlage für solch einen Bericht vorab selbstständig zu erstellen ist. Sofern alle Projektbeteiligte den Softwarezugang zum Projekt haben, ist das Ziel, die Bautagesberichte nicht nur digital über *PlanRadar* zu verfassen, sondern diese auch über dieselbe Software von den zuständigen Projektpartnern digital zu zeichnen bzw. freizugeben. Irrelevante Zwischenprozesse, wie das Einscannen oder das händische Übermitteln der handschriftlichen Berichte, werden somit nichtig gemacht.

Bauspezifische Protokolle: Mit *Modocu* und *PlanRadar* bietet sich die Möglichkeit, sämtliche im Bauprozess üblichen Protokolle problemlos zu erstellen und somit auf Papier und den damit verbundenen E-Mail-Verkehr zu verzichten. Dazu zählen u.a. Baubesprechungs-, Verhandlungs- und Übergabeprotokolle. Die entsprechenden Protokolle sind eigenständig zu entwerfen und individuell anpassbar. Die erstellten Berichte sind auf *Modocu* und *PlanRadar* hinterlegt und jederzeit für die ausgewählten Beteiligten aufrufbar. Gegebenenfalls können die Protokolle auch ohne viel Aufwand exportiert und anschließend versendet werden.

Fotodokumentation: *Modocu* bietet neben diverser Berichtserstellungen auch die Möglichkeit einer unkomplizierten Fotodokumentation der Baustelle. Mittels Applikation am Smartphone oder Tablet, können ganz einfach Fotos für das zuvor angelegte Projekt aufgenommen werden. Über die vorhandenen Kommentar-, Diktier- und Skizzenfunktion können sogar Notizen zu den gemachten Aufnahmen erstellt werden. *Modocu* legt die Fotos chronologisch ab und synchronisiert automatisch alle Daten, damit diese am Laptop im Baubüro sofort weiterverwendbar sind. Bilder lassen sich durch die Filterfunktion nach z.B. Zeitraum, Mitarbeiter, Kategorie etc. schneller finden. Ebenso können die erstellten Fotos an die Subunternehmer direkt per E-Mail oder über einen Link weitergeleitet werden.

4.4 Plankontrolle und Mängelmanagement

Das Kontrollieren und Freigeben sämtlicher Ausführungspläne ist ein wesentlicher Punkt in der Projektabwicklung. Die konventionelle Plankontrolle aus der Sicht des GU läuft üblicherweise so ab, dass erhaltene Pläne, wie Polier-, Schalungs- oder Fertigteilpläne, ausgeplottet und per Hand kontrolliert und ausgebessert werden. Treten Fehler bzw. Unstimmigkeiten auf, so wird der zuständige Planer auf telefonischem Weg oder per E-Mail kontaktiert und auf die auszubessernden Punkte aufmerksam gemacht. Für gewöhnlich werden auch Fotos von dem kontrollierten Plan erstellt und an den zuständigen Planlieferanten versendet. Die Freigabenerteilung erfolgt in der Regel per E-Mail und ist dadurch auch schriftlich dokumentiert.

Um diesem konventionellen Prozess nun entgegenzuwirken, bieten *PlanRadar* und *Capmo*, mit Hilfe ihres *Ticketsystems* die digitale Bearbeitung bzw. Plankontrolle an. Hierfür wird zunächst der entsprechende Plan in das Programm importiert. Mit simpel zu erstellenden *Tickets* versucht man auf Fehler bzw. Unstimmigkeiten im Plan hinzuweisen. Diese lassen sich ohne große Mühen exakt auf einer Position im eingespielten Plan platzieren. Das erzeugte *Ticket* wird entsprechend tituliert und dem zuständigen Planer oder Gewerk zugeordnet. Zur besseren Visualisierung können Fotos beigefügt werden, um beispielsweise einen Mangel optisch darzustellen, weshalb es ein ideales Instrument für die Mängelaufnahme darstellt. Damit die notwendigen Projektbeteiligten einen Zugang zu diesen Informationen und Tickets haben, muss vorher von der Bauleitung ein entsprechender Nutzer eingerichtet werden. Die erstellten *Tickets* können jedoch auch ganz einfach als PDF-Datei exportiert und per E-Mail verschickt werden.

⁹⁴Vgl. [34] PlanRadar GmbH

4.5 Projektmanagement Plattform

Der schriftliche Informationsaustausch im Bauprozess auf konventionellem Weg erfolgt grundsätzlich per E-Mail. Dieser Weg ist allerdings oftmals unübersichtlich und nur schwer nachvollziehbar. Um diesem Problem entgegenzuwirken, gibt es speziell für Bauprojekte entwickelte Kommunikationsplattformen. Eine Variante dieser Plattformen ist *Planfred* [33]. Auf dieser können die Projektbeteiligten nicht nur Pläne, Protokolle oder sonstige Dokumente hochladen, sondern auch Freigaben ansuchen bzw. erteilen.⁹⁵ Weiters sind im Gegensatz zum konventionellen Mailverkehr, sämtliche Aktivitäten zum Projekt für jeden Beteiligten chronologisch und daher übersichtlich und nachvollziehbar dokumentiert. Zudem bietet sich mit *Planfred* die Möglichkeit, jederzeit ortsunabhängig auf alle projektrelevanten Dokumente und Informationen zugreifen zu können. Außerdem erhalten alle ausgewählten Projektbeteiligten stets eine Benachrichtigung per E-Mail, sobald neue Pläne hochgeladen oder Freigaben erteilt werden.

4.6 Datenflussdiagramm in der digitalen Bauprozessplanung

In diesem Abschnitt wird die Bauprozessplanung zu den unterschiedlichen Projektphasen mit Hilfe der erwähnten digitalen Lösungen ebenfalls in Form eines Datenflussdiagramms ausführlich beschrieben. Dieses wird in den Abb. 4.6, Abb. 4.7 und Abb. 4.8 dargestellt. Dabei werden erneut sämtliche in der Bauprozessplanung vorkommende Prozesse abgebildet. Näher eingegangen wird jedoch nur auf all jene Arbeitsschritte, welche digital abgewickelt werden können. Die gleichgebliebenen Prozesse sind in Abschnitt 3.5 ersichtlich und nachlesbar. Das Ziel ist es, anhand des digitalen Datenflussdiagramms, Optimierungspotential für die einzelnen Projektprozesse aufzuzeigen und die daraus resultierenden Vor- und Nachteile zu erläutern. An dieser Stelle möchte der Autor nochmals erwähnen, dass die vorgestellten digitalen Softwarelösungen nur als Beispiele agieren und einem Projektleiter als Hilfsmittel dienen sollen. Ob und welche Software dieser schließlich für ein bestimmtes Projekt verwendet, liegt in der Sphäre des jeweiligen Projektleiters. Aus Abb. 4.5 kann die Legende zum Datenflussdiagramm entnommen werden. Hinzu kommen nun die digital umsetzbaren Vorgänge.

⁹⁵Vgl. [33] PLANFRED GmbH

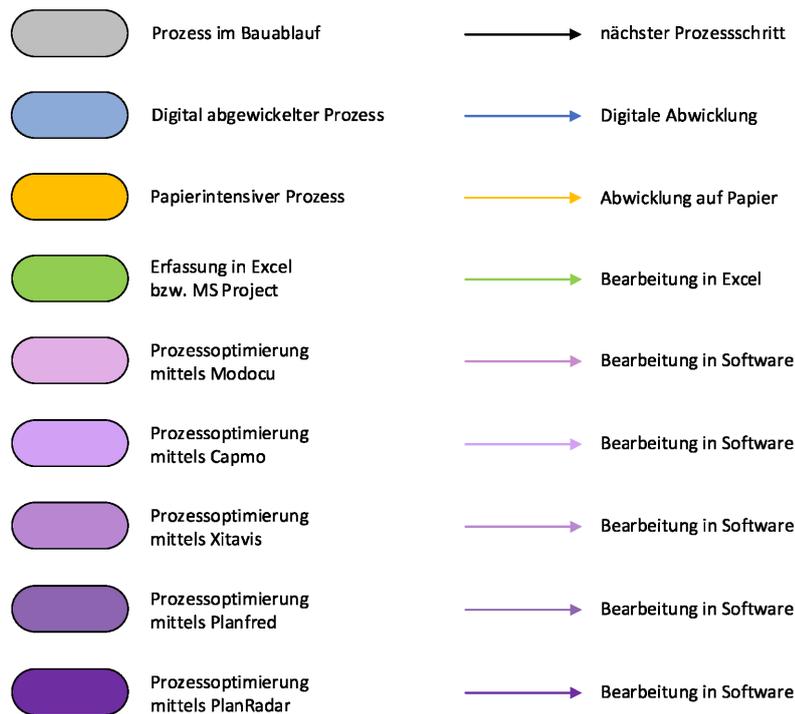


Abb. 4.5: Legende zum digitalen Datenflussdiagramm

Bauphase 0: Der Baustelleneinrichtungsplan wird über das *Flächenmanagementtool* in *Xitavis* erstellt und an die zuständigen Behörden zwecks Bescheiderteilung per E-Mail versendet. Wird der Plan von den Behörden genehmigt, muss dieser im nächsten Schritt lediglich für die Projektbeteiligten auf *Xitavis* freigeschaltet werden. Die beauftragten Lieferanten und Nachunternehmer sehen sofort den hochgeladenen Baustelleneinrichtungsplan und können sich so nicht nur vorab einen Überblick über das BVH verschaffen, sondern auch benötigte Flächen, wie z.B. Lagerflächen, buchen und dadurch vorausplanen. Der logistische Aufwand auf der Baustelle, den sich Bauleiter oder Polier dadurch ersparen, ist immens.

Der Bauzeitplan wird, wie bereits erwähnt, mit Hilfe des dafür vorgesehenen Tools von *Capmo* erstellt. Dieser ist folglich für alle angelegten Projektadministratoren auf der Plattform jederzeit aufrufbar. Mittels Exportfunktion, wird der fertige Bauzeitplan als PDF exportiert und auf die Projektplattform *Planfred* geladen, sodass ihn der Bauherr, dessen ÖBA und sonstige Beteiligte einsehen können.

Die Fotodokumentation findet mittels *Modocu* statt. Die Tatsache, dass die aufgenommenen Fotos sofort in dem zuständigen Projektordner auf der Plattform chronologisch abgespeichert werden, hilft nicht nur bei der Suche nach bestimmten Bildern zu einem späteren Zeitpunkt, sondern erleichtert den Dokumentationsaufwand für die Bauleitung wesentlich. Die Vorteile dieser Fotodokumentation sind in Abschnitt 4.3 näher beschrieben.

Verhandlungsprotokolle werden über eine vorab erstellte Mustervorlage z.B. mittels *Modocu* verfasst. Diese müssen nach der Verhandlung nun nicht mehr zweifach, sprich in Papierform und digital, abgelegt werden. Die Verhandlungsprotokolle sind automatisch auf der Plattform hinterlegt und nur für ausgewählte Benutzer ersichtlich. Gegebenenfalls können die digital

verfassten Protokolle ohne viel Aufwand als PDF exportiert und anschließend per E-Mail versendet werden.

Bauphase 1-4: Die digitale Kontrolle etwaiger Pläne wird über das Tickettool von *Capmo* oder *PlanRadar* ermöglicht. Die exakte Vorgehensweise der Plankorrektur wird in Abschnitt 4.4 geschildert. Die Freigabenerteilung der FT-Pläne erfolgt beispielsweise über die Plattform *Planfred*. Grundsätzlich können alle notwendigen Pläne, wie Polier-, Schalungs-, Bewehrungs-, Elektro- oder Installationspläne auf *Planfred* von den jeweiligen Projektbeteiligten hochgeladen werden. Auf diese Weise sind sämtliche Pläne stets aufrufbar und gleichzeitig in der Historie dokumentiert, wann diese auf der Plattform zur Verfügung gestellt wurden. Sind im BZPL Änderungen vorzunehmen, so geschieht dies auf *Capmo*. Überarbeitete Bauzeitpläne sind erneut auf *Planfred* hochzuladen. Das Verfassen der täglich zu führenden Bautagesberichte erfolgt digital mittels *Modocu*. Diese müssen im Anschluss lediglich vom Bauherrn bzw. der ÖBA im Programm unterfertigt und freigegeben werden. Um die Baubesprechungsprotokolle, welche in der Regel im Tätigkeitsbereich der ÖBA liegen, digital abwickeln zu können, bietet sich *Modocu* erneut als hilfreiches Instrument an. Die Berichte sind in der Software problemlos zu verfassen und für alle Projektbeteiligten sofort aufrufbar. Sonstige vom GU zu führenden Protokolle, wie beispielsweise Verhandlungsprotokolle mit Nachunternehmern, werden wie bereits beschrieben, mit Hilfe von *Modocu* verfasst.

Lieferscheine können ebenfalls mit Hilfe von *Xitavis* digital übermittelt werden, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die beteiligten Lieferanten die Software auch nutzen. Dasselbe gilt für die vom Erdaushub erhaltenen Wiegescheine. Da die meisten Lieferanten erfahrungsgemäß nicht mit externen Softwareapplikationen wie *Xitavis* arbeiten, erfolgt die Ablage der Lieferscheine weiterhin manuell in Papierform. Für firmeninterne Bestellungen, beispielsweise vom Bauhof, kann das Programm dennoch genutzt werden, um den damit verbundenen bürokratischen Aufwand zu minimieren. Die Fotodokumentation im Laufe des Projekts erfolgt analog zur *Bauphase 0*.

Bauphase 5: Die vollständige Mängelaufnahme bei Übergabe erfolgt über das *Tickettool* von *PlanRadar* oder *Capmo*. Durch die einfache Handhabung der jeweiligen Applikationen mittels Mobiltelefon oder Tablet, eignen sich diese Softwarelösungen bestens für solche Aufgaben. Für jeden Mangel wird ein Ticket mit exakter Lage im Plan, Fotos und Zuordnung erstellt. Die aufgenommenen Mängel können von den Nachunternehmern auf *PlanRadar* bzw. *Capmo* eingesehen werden. Mit der genauen Zuteilung der Mängel in der Software an die jeweiligen Subunternehmer, können die beteiligten Nachunternehmer genau einsehen, welche Ausbesserungsarbeiten in ihren Tätigkeitsbereich fallen. Bei Bedarf können die erstellten *Tickets* exportiert und per E-Mail versendet werden, falls manchen Nachunternehmern die Möglichkeit fehlt, diese Software zu nutzen oder diese grundsätzlich nicht damit arbeiten können oder möchten.

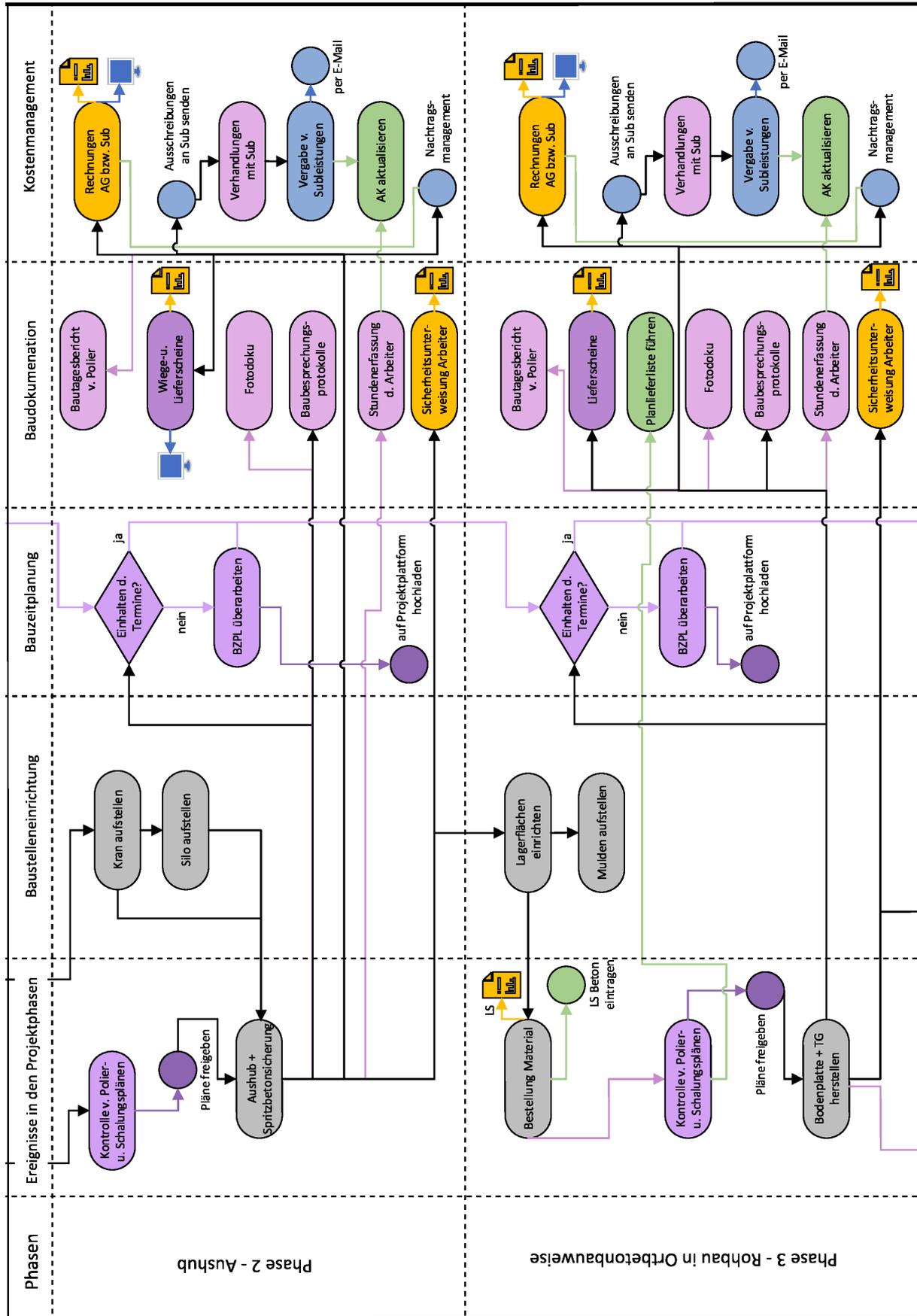


Abb. 4.7: Optischer Datenfluss der digitalen Bauprozessplanung Teil 2

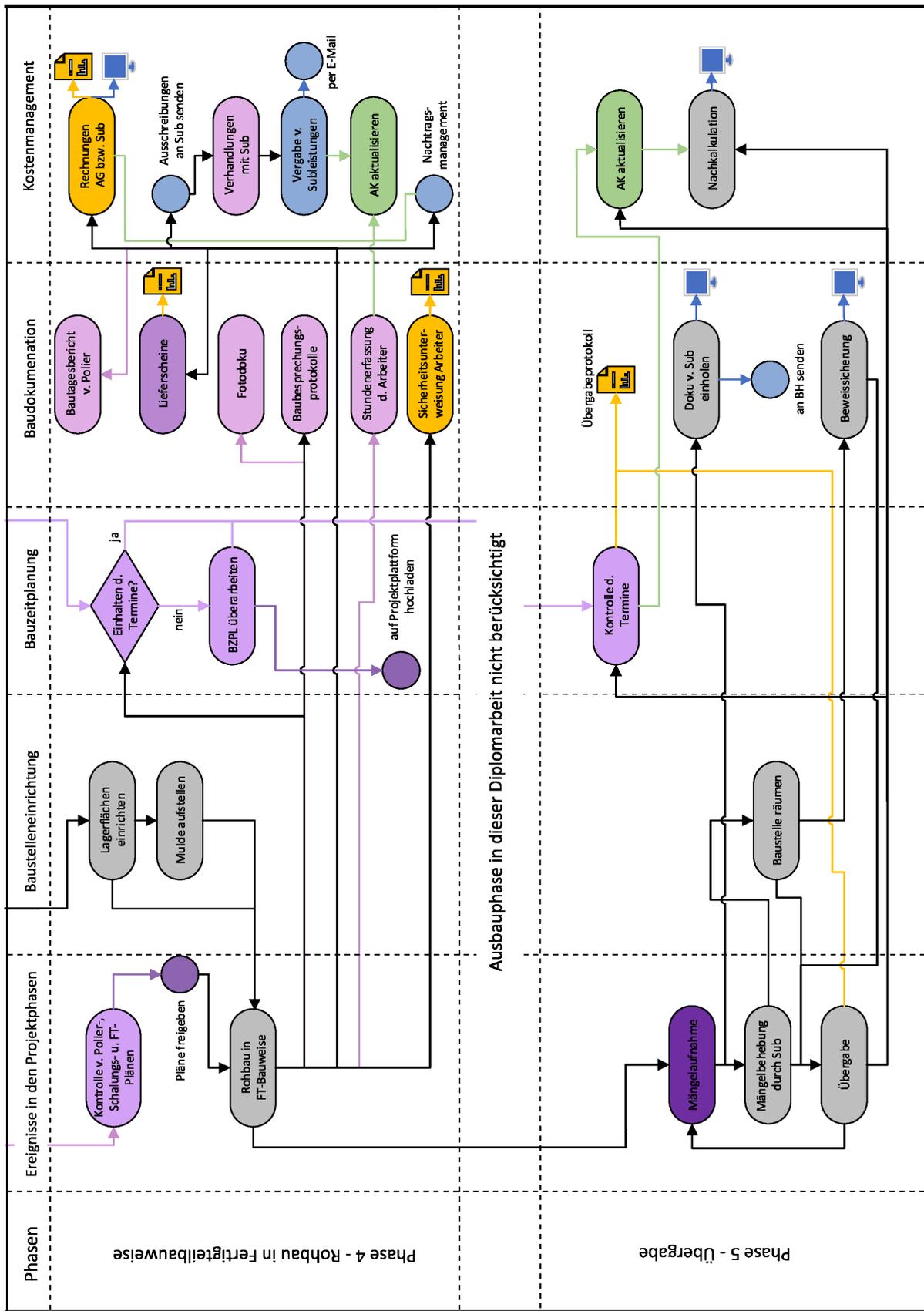


Abb. 4.8: Optischer Datenfluss der digitalen Bauprozessplanung Teil 3

4.6.1 Gegenüberstellung der Datenflussdiagramme

Das digitale Datenflussdiagramm zeigt im Vergleich zum konventionellen Ablauf einige Unterschiede in der Abwicklung des Bauprozesses durch den GU auf. Ein wesentlicher Unterschied ist die Reduzierung des bürokratischen Aufwands, welcher das manuelle Schreiben, Einscannen, Kopieren und Ablegen bestimmter Dokumente umfasst. Mit den vorgestellten digitalen Möglichkeiten ist die lange Suche nach Unterlagen hinfällig, da die jeweiligen Personen genau wissen, wo sie suchen müssen, um die gewünschten Informationen zu erhalten. Außerdem bringt die Einführung solcher Softwarelösungen meist eine Vereinheitlichung beim Ablauf bestimmter Prozesse mit sich, was bei manuellen Arbeitsschritten oft nicht der Fall ist. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Reduzierung der papierlastigen Prozesse, was gleichzeitig auch einen umweltfreundlichen Aspekt hat. Die Vorgehensweise mit Hilfe der digitalen Lösungen ermöglicht ebenfalls eine bessere und leichtere Weiterbearbeitung bzw. Änderung der bereits erstellten Unterlagen. Zur besseren Veranschaulichung des Einsparungspotentials mit Hilfe der Digitalisierung, wird die Anzahl der vorkommenden Prozesse und Arbeitsschritte in Abb. 4.9 für beide Ausführungsvarianten in einem Balkendiagramm dargestellt. Dabei ist zu erwähnen, dass jeder einzelne Vorgang, welcher in den Datenflussdiagrammen abgebildet ist, in die Berechnung einfließt. Aus dem abgebildeten Balkendiagramm kann die Gesamtanzahl der stattfindenden Prozesse, der Papiervorgänge und der damit verbundenen digitalen Bearbeitung entnommen werden. Hier geht deutlich hervor, dass sich mit Hilfe der Digitalisierung die stattfindende Prozessanzahl deutlich minimiert. Die Reduzierung beträgt rund 15 %. Dabei ist anzumerken, dass es sich bei einigen Prozessen um wiederkehrende Vorgänge handelt. Durch die Digitalisierung dieser erhöht sich die Einsparung nochmals, in Abhängigkeit der Gesamtbaudauer. Ebenfalls kann ein starker Rückgang der Vorgänge in Papierform mit anschließender digitaler Bearbeitung wahrgenommen werden.

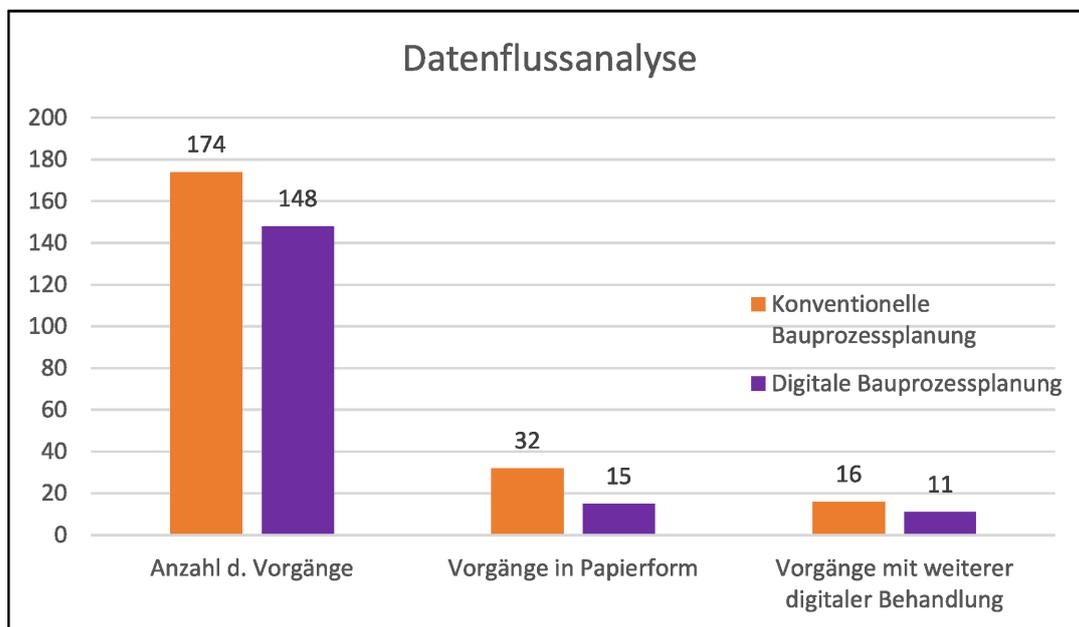


Abb. 4.9: Vergleich der Datenflussdiagramme

Die Datenflussanalyse zeigt eine eindeutige Prozessoptimierung in der Bauprozessplanung mit Hilfe der verwendeten Softwarelösungen. Zugleich kann daraus weiteres Digitalisierungspotential abgeleitet werden. Vor allem sollte es das Ziel sein, den bürokratischen Aufwand so gering wie

möglich zu halten. Prozesse wie beispielsweise die schriftliche Bestätigung der zur Kenntnis genommenen Sicherheitsunterweisung, könnten zukünftig mittels digitaler Vorlage auf dem Tablet erfolgen. Für Vorgänge, welche Lieferscheine oder Rechnungen implementieren, wird eine einheitliche digitale Bearbeitung nur schwer umsetzbar sein. Bei Vertragsgesprächen können z.B. ausschließlich digitale Rechnungen, Subunternehmer und Bauherrn betreffend, vertraglich vereinbart werden, um so noch mehr manuelle Prozesse digital abwickeln zu können. Schwieriger gestaltet sich dies jedoch bei externen Lieferanten, da diese in der Regel eigene Systeme für ihre Abwicklung verwenden.

Um ein einwandfreies Arbeiten zu ermöglichen, muss die ständige Funktionsfähigkeit der Programme gewährleistet sein. Deshalb ist stets darauf zu achten, dass regelmäßig Softwareupdates durchgeführt werden und alle benötigten Geräte, wie Tablet oder Mobiltelefon, ausreichend aufgeladen sind. Zudem stellen die Softwareprogramme kostentechnisch eine Belastung dar, auch wenn diese nicht hoch ausfällt. Der Kostenaspekt mit einem konkreten Richtwert ist in Abschnitt 4.6.2 angegeben.

4.6.2 Ausblick – zukünftiger Alltag der Bauleitung

Mit den verwendeten digitalen Tools ändert sich der Arbeitsalltag des Bauleiters, Bautechnikers und Poliers deutlich. Zwar bringen die digitalen Lösungen einige Vorteile mit sich, dennoch ist der Umstieg von konventionell erstellten Unterlagen auf digital erfasste Dokumente in der Praxis nur langsam feststellbar. Aus Interviews mit Bauleitern und Polieren⁹⁶ geht hervor, dass einer der Gründe für diesen stockenden Umstieg dieselbe seit Jahren angewandte Herangehensweise bei Projekten ist. Der finanzielle Aspekt spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, da dieser eine zusätzliche Belastung für das Unternehmen darstellt. Bei *Modocu* handelt es sich beispielsweise um eine monatliche Belastung von EUR 14,90 pro Gerät.⁹⁷ Da in einem Baubetrieb zumeist immer mehrere Bauleiter, Techniker und Poliere beschäftigt sind, müssen entsprechend viele Lizenzen erworben werden, wodurch die Kosten steigen. Aus Sicht des Autor sind diese Ausgaben jedoch nicht als Kosten zu betrachten, sondern als Investition. Dadurch wird einerseits der Arbeitsalltag in vielen Bereichen sichtlich erleichtert und andererseits der Digitalisierungsprozess vorangetrieben. Eine Digitalisierung ist in absehbarer Zukunft unumgänglich, da die Technologie ständig neue Innovationen präsentiert und so die Arbeitsweise der jeweiligen Berufsgruppen beeinflusst. Deshalb sollten kleine und mittelständische Bauunternehmen den digitalen Umstieg ehestmöglich einleiten, um in Zukunft wettbewerbs- und konkurrenzfähig zu bleiben. Dabei zu beachten ist jedoch, dass das Personal entsprechend geschult und auf die Digitalisierung vorbereitet werden muss.

Der Arbeitsalltag wird sich speziell für Bauleiter dahingehend verändern, dass zukünftig alle digital ablaufenden Arbeitsschritte sofort und überall aufrufbar und weiterverwendbar sind. Dies ermöglicht, aufgrund von wegfallenden papierlastigen Arbeitsschritten, einen schnelleren Zugang zu projektrelevanten Informationen. Die damit gewonnene Zeit kann somit für andere zeitintensive Aufgaben genutzt werden. Ein Beispiel hierfür bietet das Programm *Xitavis*, welches für diese Zwecke ideal geeignet wäre. Mit der Option beispielsweise Liefer- und Wiegescheine digital über die Software abzuwickeln, werden Prozesse in Papierform nichtig gemacht. Um den Digitalisierungsprozess voranzutreiben und die damit verbundenen Vorteile nützen zu können, sollte dieser beispielsweise vertraglich vereinbart werden. Diese Maßnahmen sind aus der Sicht des Autors dieser Diplomarbeit notwendig, um eine digitale und einheitliche Arbeitsweise zwischen alle Projektbeteiligten zu ermöglichen.

⁹⁶Interviews mit Firma Schüller Bau GmbH

⁹⁷Vgl. [30] Modocu Software GmbH

Kapitel 5

Zusammenfassung und Ausblick

Der Digitalisierungsprozess in der Bauprozessplanung ist im Vergleich zu anderen Branchen, insbesondere bei kleinen und mittelständischen Bauunternehmen, nur stückweise angekommen. An traditionellen Prozessen wird weiterhin festgehalten, zum Teil aus Bequemlichkeit, Erfahrungsmangel, Unternehmensphilosophie aber auch aus diversen anderen Gründen des Unternehmens. Der bürokratische Aufwand, den der Bauleiter im Laufe des konventionellen Bauprozesses hat (Siehe Abschnitt 3.5), ist nicht nur umständlich und mühsam, sondern auch unübersichtlich und zeitintensiv. Dabei bieten sich zahlreiche digitale Möglichkeiten, die Bauprozessabwicklung und schließlich den Arbeitsalltag der Bauleitung, also des Bauleiters, Bautechnikers und Poliers zu verbessern und zu erleichtern. Der bürokratische Aufwand, der bei der Baustelleneinrichtung, Bauzeitplanung und Baudokumentation vorkommt, wird dadurch wesentlich minimiert. An dieser Stelle wird erneut darauf hingewiesen, dass die vorgestellten Softwarelösungen vom Autor nur als Musterbeispiele aus eigener Recherche und Nutzung von Demoverionen dienen und keineswegs die Gesamtheit der auf dem Markt verfügbaren digitalen Lösungen repräsentieren. Vor allem in der Abwicklung des Mängelmanagements wird auf die zur Verfügung stehenden digitalen Tools verwiesen, die von einigen Generalunternehmern bereits verwendet werden. Die Mängel werden digital erfasst und dem jeweiligen Nachunternehmer, in der Regel per E-Mail, zugeschickt. Um den Prozess des Versendens zu eliminieren, müssen in Zukunft auch die beauftragten Subunternehmer mit den vorhandenen Tools arbeiten und dürfen sich nicht dagegen wehren. Die Idealvorstellung ist eine automatische Bearbeitung der Mängel nach deren digitaler Aufnahme und Zuteilung, ohne Zwischenprozesse außerhalb der gewählten Softwareumgebung.

Ein weiterer Punkt den es im Bauprozess zu beachten gilt, ist die logistische Abwicklung der Baustelle. In den meisten Fällen müssen der zuständige Bauleiter und dessen Polier nicht nur Herausforderungen in Bezug auf die Baustelleneinrichtung durch örtliche Gegebenheiten, Platzverhältnisse und behördliche Entscheidungen meistern, sondern auch logistische Hürden bewerkstelligen. Dazu zählen u.a. eine reibungslose Anlieferung auf der Baustelle, Wegbeschreibungen und Lagerflächenmanagement. Diese Aufgaben sind mit häufigen Telefonaten und intensivem E-Mail Verkehr verbunden. Mit Hilfe der Software *Xitavis* wird dem Ganzen entgegengewirkt und nicht nur ein übersichtliches Flächenmanagement, sondern auch eine simple Koordination der logistischen Abwicklung auf der Baustelle ermöglicht. Die auf diesem Weg gleichzeitig stattfindende Dokumentation, bietet eine Nachvollziehbarkeit im Falle von auftretenden Problemen.

Die Baudokumentation, welche im Laufe des Bauprozesses eine wichtige Rolle spielt, wird konventionell oftmals noch per Hand und auf Papier praktiziert. Der zeitliche und bürokratische Aufwand, der dabei betrieben wird, ist immens. Folglich ist die Digitalisierung hier ebenfalls ein nützliches Instrument für das Erstellen diverser Protokolle, Berichte und das Dokumentieren in Form von Fotos.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es mittlerweile schon einige digitale Möglichkeiten gibt, traditionelle und konventionelle Prozesse zu ersetzen und sogar zu eliminieren. Herausfordernd jedoch ist, sowohl die Bauunternehmen, als auch deren Subunternehmen von den Vorteilen der Nutzung dieser digitalen Möglichkeiten zu überzeugen. Die digitalen Softwarelösungen bieten nicht

nur aufgrund der geringen Kosten, sondern auch infolge der dadurch entstehenden einheitlichen Arbeitsweise aller Beteiligten Potential, die Herangehensweise in der Bauprozessplanung positiv zu beeinflussen.

5.1 Beantwortung der Forschungsfragen

In diesem Abschnitt werden die zuvor definierten Forschungsfragen mit Hilfe von Recherchearbeiten, Experteninterviews und einer Datenflussanalyse beantwortet. Der Autor möchte an dieser Stelle nochmals unterstreichen, dass die verwendeten Softwareprogramme nur als Beispiele dienen und dies keinesfalls Produkte anderer Anbieter ausschließt.

Welche Digitalisierungsmaßnahmen können im Rahmen dieser Diplomarbeit für die Bauprozessplanung erhoben werden? Welche Vor- und Nachteile bringen diese mit sich? Wie können diese Softwarelösungen von den Bauunternehmern genutzt werden?

Im Zuge dieser Diplomarbeit konnten u.a. Softwarelösungen zur Bauzeitplanung, Baudokumentation und bauleistungsorientierter Abwicklung ausgearbeitet werden. Die einfache Handhabung aller vorgestellten Softwarelösungen ermöglicht nach vollzogener Umstellung eine einfache und schnellere Bearbeitung vieler anfallender Aufgaben. Die Reduktion trivialer Aufgaben, wie das Kopieren, Scannen, Ablegen und Versenden per E-Mail, wirkt sich positiv auf den Alltag eines Bauleiters aus. Mit der dadurch gewonnenen Zeit kann der Fokus auf wesentlichere Aufgaben gerichtet werden. Die permanente digitale Verfügbarkeit erleichtert nicht nur eine sofortige Weiterbearbeitung und eine einheitliche Arbeitsweise, sondern bietet auch mehr Flexibilität im Alltag. Die kostentechnische Belastung der vorgestellten Softwarelösungen beträgt beispielsweise bei einer *Modocu* – Applikation EUR 14,90 je Gerät. Wird die Software auf mehreren Geräten genutzt, so müssen entsprechend viele Lizenzen erworben werden. Aus diesem Grund sollten vor allem kleinere Unternehmen darauf achten, ob und welche Software die geeignetste für sie ist. Ein nachteiliger Aspekt ist die notwendige Umstellungs- und Einarbeitungszeit, welche die Mitarbeiter eines Bauunternehmens benötigen, um beispielsweise Schulungen zu besuchen, sodass sie die Softwarelösungen selbstständig anwenden können. Damit die digitalen Tools einen Mehrwert liefern, ist es zusätzlich notwendig, dass die Projektbeteiligten, vor allem die vom GU beauftragten Subunternehmer bereit sind, die notwendigen Arbeitsschritte digital abzuwickeln. Die beschriebenen Programme müssen von den Nachunternehmern nicht erworben werden. Eine Nutzung über den Webbrowser ist, sobald ein Benutzer angelegt wird, problemlos und für den Subunternehmer kostenfrei möglich.

Kann eine derartige Umstellung von konventionellen zu digitalen Prozessen problemlos durchgeführt werden? Wie sollte eine solche Umstellung in einem Unternehmen bestenfalls erfolgen? Kann dazu eine Handlungsempfehlung gegeben werden?

Den geführten Interviews zufolge, gibt es aus Sicht der Anbieter der vorgestellten Softwarelösungen keine all zu großen technischen Hürden, um die Digitalisierung der Bauprozessplanung in einem Bauunternehmen zu etablieren. Wichtig ist lediglich die Vorstellung der Softwareprogramme, sowie die entsprechende Schulung der Mitarbeiter durch die Anbieter. Ebenfalls ist es im Falle von Fragen oder Problemen notwendig, dass der technische Support stets zu Verfügung steht. Außerdem sind Testversionen inklusive Beratungsgesprächen möglich, sodass der Nutzer das Produkt erst testen kann, bevor ein Programm kostenpflichtig erworben wird. Das Problem bei kleinen und mittelständischen Unternehmen ist oftmals die ungeklärte Bedarfsermittlung und das Festhalten an konventionellen Methoden. Hinzu kommt die damit verbundene Kostenbelastung,

welche oft einige Firmen abschreckt, die Digitalisierung im eigenen Unternehmen voranzutreiben. Aus diesem Grund müssen die Nutzer zuerst davon überzeugt werden, dass die Programme einen wesentlichen Mehrwert liefern. Manche Bauunternehmen sehen die dadurch entstehenden Kosten als Belastung statt Investition oder Chance, sich dadurch einen entscheidenden Vorteil gegenüber der Konkurrenz zu verschaffen und damit nicht nur zukünftig Aufträge zu lukrieren, sondern auf Dauer auch Zeit und damit Kosten zu sparen.

Führt die Digitalisierung mit Hilfe der verwendeten Softwareprogramme zu einer Reduzierung der notwendigen Prozessschritte in der Bauprozessplanung? Kann dadurch der damit verbundene Arbeitsaufwand für die Beteiligten verringert werden? Falls dies möglich ist, kann dazu ein Ausmaß angegeben werden?

Die in dieser Diplomarbeit behandelten Softwarelösungen verringern die stattfindenden Vorgänge wesentlich. Anhand der Gegenüberstellung in Abb. 4.9 aus Abschnitt 4.6.1 ist eine Reduzierung der Prozesse eindeutig erkennbar. Das Ausmaß beträgt rund 15 %. Zudem fällt weiter auf, dass papierlastige Vorgänge durch die Verwendung der vorgestellten Softwarelösungen um mehr als 50 % reduziert werden könnten. Folglich wird der entsprechende bürokratische Aufwand für die Bauleitung verringert und erleichtert somit den Arbeitsalltag. Nach durchgeführten Ablaufsimulationen der jeweiligen Softwaretestversionen durch den Autor, wird die einfache Handhabung und Anwendungsvielfalt positiv hervorgehoben. Diese Aspekte tragen maßgeblich dazu bei, den Arbeitsaufwand für die Bauleitung zu optimieren und dadurch kostbare Zeit zu sparen.

Können im Rahmen dieser Diplomarbeit Bereiche identifiziert werden, in denen die Digitalisierung der Bauprozessplanung noch weiter ausgebaut werden kann? Gibt es Programme, die eine durchgängige Lösung von der Planung bis zum Ende der Bauausführung bieten? Wie konsistent kann der Softwarebestand aktuell eingeschätzt werden?

Trotz der zahlreich vorgestellten Digitalisierungsmöglichkeiten gibt es noch mehr Potential die Prozesse in der Bauprozessplanung zu optimieren. Die nachfolgenden Punkte stellen die, aus Sicht des Autors, weiteren Verbesserungsmöglichkeiten dar, welche sich nach Vergleich und Gegenüberstellung der konventionellen und digitalen Datenflussorganigramme herausgestellt haben:

- *Xitavis* bietet die Möglichkeit des Beifügens von Lieferscheinen, ermöglicht jedoch nicht die digitale Unterfertigung bei Warenabnahme, weshalb Lieferscheine in Papierform oftmals weiterhin präsent sind. Diese müssen wiederum händisch kontrolliert, sortiert und abgelegt werden. Hier besteht eindeutig Potential, diese Prozessschritte zu verbessern und in Zukunft die digitale Unterfertigung zu etablieren, um Papier zu sparen und den Arbeitsaufwand zu minimieren.
- *Capmo* bietet mit dem digitalen Bautagebuch eine ideale Alternative zu handschriftlich erstellten Berichten, jedoch sind diese vom Bauherrn bzw. dessen ÖBA nicht digital abnehmbar. Zwischenprozesse wie das Versenden per E-Mail oder das Hochladen auf eine Projektplattform zwecks Abnahme sind die Folge. Die Lösung wäre eine digitale Abnahme direkt auf *Capmo* für die Projektbeteiligten mit automatischen Benachrichtigungen, sobald ein Bautagesbericht vom GU hochgeladen bzw. vom Bauherren oder dessen ÖBA bestätigt wird. Da u.a. auch die Zeiterfassung in den erwähnten Berichten dokumentiert wird, wäre es sinnvoll, wie bei *Modocu*, stets eine aktuelle Stundenerfassung der auf der Baustelle tätigen Firmen automatisch erhalten zu können. Diese Übersicht wäre eine enorme Hilfe zwecks Nachkalkulation bzw. Kalkulation und Planung anderer Bauvorhaben.

- Eine weitere nennenswerte Optimierungsmöglichkeit, welche auch für die weitere zukünftige Digitalisierung wichtig ist, liegt in der Berechnung und Bemessung der Baustelleneinrichtungselemente. Eine Software, welche mit Hilfe von wenigen Parametern wie z.B. der Bruttogeschossfläche, Auftragssumme, Anzahl der zu errichtenden Wohnungen etc. die optimale Container- oder Krananzahl ermittelt, wäre eine innovative Möglichkeit. Hierzu sind konkrete Vorstellungen in Abschnitt 5.2 näher beschrieben.
- Automatisierte Schnittstellen zwischen den Programmen, wie beispielsweise das Einspielen von Bautagesberichten in den Bauzeitplan zwecks Fortschrittsverfolgung, stellen ebenso eine Optimierungsmöglichkeit dar. Das Ziel muss es sein, so viele Schnittstellen wie möglich automatisiert ablaufen zu lassen, um den Arbeitsaufwand für die Nutzer weiterhin reduzieren zu können.

Die Frage nach durchgängigen digitalen Lösungen im Zuge eines Bauvorhabens bezieht sich vor allem auf die in Abb. 2.12 dargestellten Elemente der Baudokumentation. Nach ausführlicher Recherche des Autos und durchgeführten Experteninterviews konnte festgestellt werden, dass es diesbezüglich keine Software gibt, die eine gesamtheitliche Baudokumentation ermöglicht.

Mit *Modocu* gibt es allerdings die Möglichkeit diverse Protokolle bzw. Bautagesberichte zu verfassen und sogar die Fotodokumentation parallel abzuwickeln. Damit wäre ein Großteil der zu erbringenden Dokumentation abgedeckt. Vor allem aber ist die digitale Abnahme der Bautagesberichte ein wichtiger und entscheidender Faktor, welcher einen klaren Vorteil zu anderen Softwareprodukten darstellt, sodass keine zusätzlichen Zwischenprozesse entstehen. Mit Hilfe von *Modocu* kann nicht nur die Baudokumentation erstellt, sondern auch eingesehen und gleichzeitig digital unterschrieben, also abgenommen werden. Eine potentielle Alternative stellt die Projektplattform *Planfred* dar, auf der nicht nur die entsprechenden Unterlagen für die Dokumentation hochgeladen werden können, sondern auch diverse Ausführungspläne und sonstige relevante Dokumente, wie in Abschnitt 4.5 beschrieben. Zusätzlich sind hier digitale Freigaben problemlos möglich. Allerdings können die notwendigen Berichte nicht direkt auf der Plattform verfasst werden, sondern müssen vorab extern erstellt und anschließend hochgeladen werden. Dennoch stellt *Planfred* eine durchaus interessante Lösung dar, mit der die bereitgestellten Protokolle, Bautagesberichte und Pläne und die damit verbundenen digitalen Abnahmen chronologisch dokumentiert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle Softwarelösungen parallel zu einander verwendet werden können, es jedoch noch keine automatisierten Schnittstellen zwischen den einzelnen Programmen gibt.

5.2 Ausblick und weitere Forschungstätigkeiten

Die weitere Prozessoptimierung in der Bauprozessplanung wird zukünftig eine bedeutsame Rolle einnehmen. Wie anhand des konventionellen Datenflussdiagramms aus Abschnitt 3.5 entnommen werden kann, besteht durchaus mehr Digitalisierungspotential. An dieser Stelle gilt es die Vielzahl an verschiedenster Prozesse hervorzuheben, welche für die Ausführung eines BVH notwendig sind. Dadurch kann ebenfalls ein grober Überblick in den Berufsalltag eines Bauleiters und dessen Tätigkeitsbereich gegeben werden. Weitere Digitalisierungsmaßnahmen können gewiss dazu beitragen, Prozesse zu vereinfachen bzw. zu optimieren. Programme, welche mit nur wenigen Kenndaten die Container- oder Arbeiteranzahl automatisch berechnen, können derartige Hilfsinstrumente sein. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Digitalisierung der Kranermittlung. Softwarelösungen, welche beispielsweise mittels eingespieltem Lageplan den optimalen Kranstandort inklusive Anzahl und Typ bestimmen, können ebenso Abhilfe im Vergleich zur konventionellen

Methode schaffen. Ein Zusammenschluss derartiger Softwarelösungen würde das Wegfallen von Schnittstellen bedeuten und eine effiziente Entwicklung des Digitalisierungsprozesses in der Bauprozessplanung bekräftigen. Um diesen Digitalisierungsfortschritt zukünftig weiterführen zu können, muss der Mensch dazu bereit sein, entsprechende Forschungsarbeit zu leisten und die Möglichkeit ergreifen, veralteten Prozessen den Rücken zu kehren. Hierfür ist es wichtig, dass das eigene Personal auf Umstellungen und Neuerungen vorbereitet und abgeholt wird. Die Digitalisierung der Prozesse soll nicht dazu dienen das Personal zu ersetzen, sondern diesem die Möglichkeit bieten, den Alltag effizienter zu gestalten, um wieder mehr Zeit für wesentliche, technische und organisatorische Aufgaben in der Bauprozessplanung zu haben.

Literatur

- [1] H. Bauer. *Baubetrieb*. ger. 3. vollständig neu bearbeitete Auflage. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg Imprint: Springer, 2007. ISBN: 3642325335. URL: 10.1007/978-3-642-32533-5.
- [2] bauprofessor.de. *Preisspiegel*. 2016. URL: <https://www.bauprofessor.de/preisspiegel/> (Zugriff am 07. 10. 2022).
- [3] Bauverlag BV GmbH. *BGL 2020*. 2020. URL: https://www.bgl-online.info/web_bgl_basisinformationen_de_1162.html (Zugriff am 07. 10. 2022).
- [4] F. Berner, B. Kochendörfer und R. Schach. *Grundlagen der Baubetriebslehre 1: Baubetriebswirtschaft*. 3. Aufl. 2020. Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN: 9783658278557.
- [5] F. Berner, B. Kochendörfer und R. Schach. *Grundlagen der Baubetriebslehre 3: Baubetriebsführung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner. ISBN: 351900514X.
- [6] Capmo GmbH. *Automatisiertes Bautagebuch*. 2021. URL: <https://www.capmo.com/produkt/bautagebuch> (Zugriff am 09. 10. 2022).
- [7] Central Station CRM. *Akquisition - Definition und Erklärung*. 2022. URL: <https://centralstationcrm.de/blog/akquisition%20-was-ist-das> (Zugriff am 07. 10. 2022).
- [8] Concept Pro. *QM vs. QS – Welcher Unterschied Besteht zwischen Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung?* URL: <https://www.concept-pro.de/blog/qm-vs-qs-welcher-unterschied-besteht-zwischen-qualitaetsmanagement-und-qualitaetssicherung/> (Zugriff am 07. 01. 2022).
- [9] Corak Engineering. *Qualitätssicherung am Bau*. URL: <https://corak.ch/downloads/Corak-Datenblatt-Qualit%C3%A4tssicherung-2014.pdf> (Zugriff am 07. 01. 2022).
- [10] M. Duschel, W. Plettenbacher und M. Stopfer. *Handbuch Arbeitsvorbereitung und Lean Construction im Baubetrieb*. 2. Auflage. Linde Verlag, 2019. ISBN: 978-3-7073-4046-4.
- [11] L. Flener. *Bauträgerprojekte umsetzen und verstehen*. 3. Auflage. Linde Verlag, 2021. ISBN: 9783707344158.
- [12] Forum Verlag Herkert GmbH. *Baumangel: Definition, Mangelarten und Gewährleistung*. 2020. URL: <https://www.forum-verlag.com/blog-bi/baumangel> (Zugriff am 16. 12. 2021).
- [13] J. Freund und B. Rücker. *Praxishandbuch BPMN : mit Einführung in DMN*. ger. 6., aktualisierte Auflage. München: Hanser, 2019. ISBN: 3446461124. URL: 10.3139/9783446461123.
- [14] G. Girmscheid. *Angebots- und Ausführungsmanagement-prozessorientiert: Erfolgsorientierte Unternehmensführung*. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN: 978-3-642-55290-8.
- [15] G. Girmscheid, C. Motzko und D. G. Girmscheid. *Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft: Produktionsprozessorientierte Kostenberechnung und Kostensteuerung*. ger ; eng. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, 2013. ISBN: 3642366368.

- [16] G. Goger. *Studienblätter zur Vorlesung Bauprozessplanung*. Wien: Technische Universität Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2020. 300 S.
- [17] G. Goger. *Studienblätter zur Vorlesungsübung Bauprozessplanung – Baustelleneinrichtung*. Wien: Technische Universität Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2022. 31 S.
- [18] Hauptverband der deutschen Bauindustrie E.V. und Fachverband der Bauindustrie Österreich. *Baugeräteliste 2020 Technisch-wirtschaftliche Baumaschinenendaten*. Deutsch. Hrsg. von Bauverlag BV GmbH, Gütersloh, 2020.
- [19] C. Hofstadler. *Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. ISBN: 3540343210. URL: 10.1007/978-3-540-34321-9.
- [20] C. Hofstadler. *Produktivität im Baubetrieb : Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. ISBN: 3642416330. URL: 10.1007/978-3-642-41633-0.
- [21] D. Jacob, C. Müller, M. Oehmichen, A. Belkaid, F. Dahlhaus, T. Hahm, C. Keidel, T. Nemuth, R.-P. Oepen und M. Passeck. *Kalkulieren Im Ingenieurbau: Strategie - Kalkulation - Controlling*. ger ; eng. 3. vollst. überarb. und erw. Aufl. 2018. Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2018. ISBN: 3658181087.
- [22] B. Kochendörfer, J. H. Liebchen und M. G. Viering. *Bau-Projekt-Management: Grundlagen und Vorgehensweisen*. 5. Aufl. 2018. Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN: 9783834818232.
- [23] G. Kodek, W. Plettenbacher, A. Draskovits und R. Kolm. *Mehrkosten beim Bauvertrag*. 1. Auflage. Linde Verlag, 2017. ISBN: 9783707337570.
- [24] A. Kropik. *Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061*. 1. Auflage. Perchtoldsdorf: Eigenverlag, 2020.
- [25] A. Kropik. *Bauvertrags- und Nachtragsmanagement*. Wien: Eigenverlag, 2014.
- [26] A. Kropik. *Studienblätter Kalkulation und Kostenrechnung im Baubetrieb*. Wien: Technische Universität Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2019. 218 S.
- [27] A. Kropik. *Studienblätter zu Vertragsgestaltung und Vergabemanagement - Teil Vergabemanagement*. Wien: Technische Universität Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, 2020. 190 S.
- [28] A. Kropik. *Von der Kostenrechnung zu den Werten im K1-Blatt und K3-Blatt der ÖNORM B 2061:2020*. Wien: Wirtschaftskammer Österreich, 2020. 44 S.
- [29] E. Leimböck, U. R. Klaus und O. Hölckermann. *Baukalkulation und Projektcontrolling: Unter Berücksichtigung der KLR Bau und der VOB*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2015. ISBN: 9783658048716.
- [30] Modocu Software GmbH. *Produkte*. 2017. URL: <https://www.modocu.com/product.html> (Zugriff am 09. 10. 2022).
- [31] K. Müller und G. Goger. *Der gestörte Bauablauf*. 1. Auflage. Linde Verlag, 2015. ISBN: 978-3-7073-1952-1.
- [32] ÖNORM B 2110: 2013-03-15. *ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute. Wien.

- [33] PLANFRED GmbH. *Tasks – die To-Do-Liste von PLANFRED*. 2022. URL: <https://www.planfred.com/funktionen/> (Zugriff am 09. 10. 2022).
- [34] PlanRadar GmbH. *Baumanagement Software*. 2022. URL: <https://www.planradar.com/de/produkt/baumanagement-software/> (Zugriff am 09. 10. 2022).
- [35] K. Plümecke und V. Kuhne. *Preisermittlung für Bauarbeiten*. ger. 26., überarb. Aufl. / ... bearb. von Volker Kuhne ... Hoch- und Tiefbau. Köln: R. Müller, 2008. ISBN: 3481023324.
- [36] Rechtsinformationssystem des Bundes. *Gesamte Rechtsvorschrift für Bauarbeiterschutzverordnung*. 2022. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008904> (Zugriff am 12. 04. 2022).
- [37] R. Schach und J. Otto. *Baustelleneinrichtung: Grundlagen - Planung - Praxishinweise - Vorschriften und Regeln*. 3. überarb. Aufl. 2017. Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2017. ISBN: 3658160659.
- [38] SKAPA Invest GmbH. *Bauzeitplan*. 2021. URL: <https://skapa-invest.de/glossar/bauzeitenplan/> (Zugriff am 03. 12. 2021).
- [39] Statistik Austria. *Baukostenindex 2020*. 2022. URL: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/baukostenindex/index.html (Zugriff am 21. 04. 2022).
- [40] ÖNORM DIN 18202: 2019-07. *Toleranzen im Hochbau – Bauwerke*. Austrian Standards Institute. Wien.
- [41] S. Ufertinger. *Handbuch Örtliche Bauaufsicht*. 1. Auflage. Linde Verlag, 2019. ISBN: 978-3-7073-4097-6.
- [42] Umweltbundesamt. *Aushubmaterialien - Materialien zur Abfallwirtschaft*. 2016. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0589.pdf> (Zugriff am 26. 05. 2022).
- [43] WebCity Klosterneuburg. *Örtliche Raumplanung – Flächenwidmungs- und Bebauungsplan*. 2022. URL: <https://map.geoportal.at/Klosterneuburg/synserver?project=Klosterneuburg&client=flexjs&view=RPL> (Zugriff am 20. 04. 2022).
- [44] Wirtschaftslexikon24.com. *Ertrag*. 2020. URL: <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/ertrag/ertrag.htm> (Zugriff am 13. 12. 2021).
- [45] WKO. *Anwendung von Preisgleitklauseln bei Preiserhöhungen*. 2021. URL: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/metalltechniker/anwendung%20-%20von%20-%20preisgleitklauseln-bei-preiserhoehungen.html> (Zugriff am 07. 10. 2022).



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Gliederung der Kalkulation vor und nach Auftragserteilung (Quelle: Jacob et al. [21, S. 14])	17
Abb. 2.2:	Schema der Baustelleneinrichtungsplanung (Quelle: Schach und Otto [37, S. 334])	22
Abb. 2.3:	Beispiel eines Baustelleneinrichtungsplans (Quelle: Schach und Otto [37, S. 343])	24
Abb. 2.4:	Zusammenhang von Baustelleneinrichtungskosten und Bauzeit (Quelle: Schach und Otto [37, S. 378])	25
Abb. 2.5:	Terminliste als Darstellungsform (Quelle: Duschel et al. [10, S. 57])	27
Abb. 2.6:	Beispiel eines Balkendiagramms (Quelle: Goger [16, S. 38])	28
Abb. 2.7:	Beispiel für einen Netzplan (Quelle: Duschel et al. [10, S. 60])	28
Abb. 2.8:	Beispiel für ein Zeit-Wege-Diagramm (Liniendiagramm) (Quelle: Duschel et al. [10, S. 61])	29
Abb. 2.9:	Produktivitätsverlust in Abhängigkeit von der Tagestemperatur (Quelle: Hofstadler [20, S. 470])	31
Abb. 2.10:	Aufgaben der QS in unterschiedlichen Projektphasen nach Schweizer Norm SIA (Quelle: Corak Engineering [9])	38
Abb. 2.11:	Anforderungsprofil und Rollenverteilung der Dokumentation (Quelle: Kochendörfer et al. [22, S. 144])	39
Abb. 2.12:	Zeitliche Darstellung aller Dokumentationsmitteln in den unterschiedlichen Projektphasen (Quelle: Kochendörfer et al. [22, S. 149])	41
Abb. 3.1:	Lageplan des Projektgrundstücks (Quelle: WebCity Klosterneuburg [43])	47
Abb. 3.2:	Digitale Grundstücksabmessung (Quelle: WebCity Klosterneuburg [43])	48
Abb. 3.3:	Visuelle Darstellung des Grundstücks (Quelle: Google Earth)	48
Abb. 3.4:	Lageplan des zu errichtenden Bauprojekts (Quelle: Kosaplaner GmbH)	49
Abb. 3.5:	Süd- und Ostansicht des verwendeten Bauprojekts (Quelle: Kosaplaner GmbH)	49
Abb. 3.6:	Baukostenindex (Quelle: Statistik Austria [39])	50
Abb. 3.7:	Auswahl eines Turmdrehkrans - Auszug aus BGL 2020 [18]	53
Abb. 3.8:	Auswahl eines Kranauslegerstücks - Auszug aus BGL 2020 [18]	54
Abb. 3.9:	Auswahl einer Kranlaufkatze - Auszug aus BGL 2020 [18]	54
Abb. 3.10:	Auswahl der Turmstücke - Auszug aus BGL 2020 [18]	55
Abb. 3.11:	Auswahl eines Unterkunftscontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]	56
Abb. 3.12:	Auswahl eines Waschcontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]	56
Abb. 3.13:	Auswahl eines Magazincontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]	57
Abb. 3.14:	Auswahl eines Bürocontainers–Auszug aus BGL 2020 [18]	57
Abb. 3.15:	Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 1	60
Abb. 3.16:	Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 2	61
Abb. 3.17:	Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 3	63
Abb. 3.18:	Baustelleneinrichtungsplan für Bauphase 4	64
Abb. 3.19:	Bauzeitplan für Bauphase 1	66
Abb. 3.20:	Bauzeitplan für Bauphase 2	67
Abb. 3.21:	Bauzeitplan für Bauphase 3	67

Abb. 3.22:	Bauzeitplan für Bauphase 4	69
Abb. 3.23:	Ausgefüllter Bautagesbericht	71
Abb. 3.24:	Wiegeschein eines Erdbauunternehmens	72
Abb. 3.25:	Lieferschein zu einer Betonbestellung	73
Abb. 3.26:	Beispiel einer klassischen Planlieferliste	75
Abb. 3.27:	Legende zum konventionellen Datenflussdiagramm	76
Abb. 3.28:	Optischer Datenfluss der konventionellen Bauprozessplanung Teil 1	80
Abb. 3.29:	Optischer Datenfluss der konventionellen Bauprozessplanung Teil 2	81
Abb. 3.30:	Optischer Datenfluss der konventionellen Bauprozessplanung Teil 3	82
Abb. 4.1:	Darstellung des Bauzeitplans mittels Capmo	84
Abb. 4.2:	Bautagesbericht Vorlage auf Modocu	86
Abb. 4.3:	Desktopversion des Bautagebuchs von Capmo	87
Abb. 4.4:	Bautagebuch von Capmo als App auf dem Mobiltelefon	88
Abb. 4.5:	Legende zum digitalen Datenflussdiagramm	91
Abb. 4.6:	Optischer Datenfluss der digitalen Bauprozessplanung Teil 1	93
Abb. 4.7:	Optischer Datenfluss der digitalen Bauprozessplanung Teil 2	94
Abb. 4.8:	Optischer Datenfluss der digitalen Bauprozessplanung Teil 3	95
Abb. 4.9:	Vergleich der Datenflussdiagramme	96
Abb. A.1:	Verhandlungsprotokoll für Subunternehmer (Quelle: Schüller Bau GmbH)	113
Abb. A.2:	Datenblatt einer Fertigteilwand aus Stahlbeton (Quelle: Schüller Bau GmbH)	114
Abb. A.3:	Darstellung des Bauzeitplan mittels Capmo	115
Abb. A.4:	Musterbautagesbericht mittels Modocu erstellt	116
Abb. A.5:	Musterbautagesbericht mittels Capmo erstellt	117

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Kalkulationsschema bis zur Angebotssumme (Quelle: Bauer [1, S. 651])	16
Tab. 2.2: Aufwand und Ertrag für das Baustellenergebnis (Quelle: Goger [16, S. 157]) .	33
Tab. 2.3: Aufwand und Ertrag für das Baustellenergebnis (Quelle: Goger [16, S. 157]) .	34
Tab. 3.1: Voraussetzungen für Sozialeinrichtungen gemäß Bauarbeiterschutzverordnung [36]	55
Tab. 3.2: Aufwands- und Leistungswerte für Bauphase 1	65
Tab. 3.3: Aufwands- und Leistungswerte für Bauphase 2	66
Tab. 3.4: Aufwandswerte für Bauphase 3	68
Tab. 3.5: Leistungswerte für Bauphase 4	69

A.3 Bauzeitplan für das vorgegebene Bauvorhaben

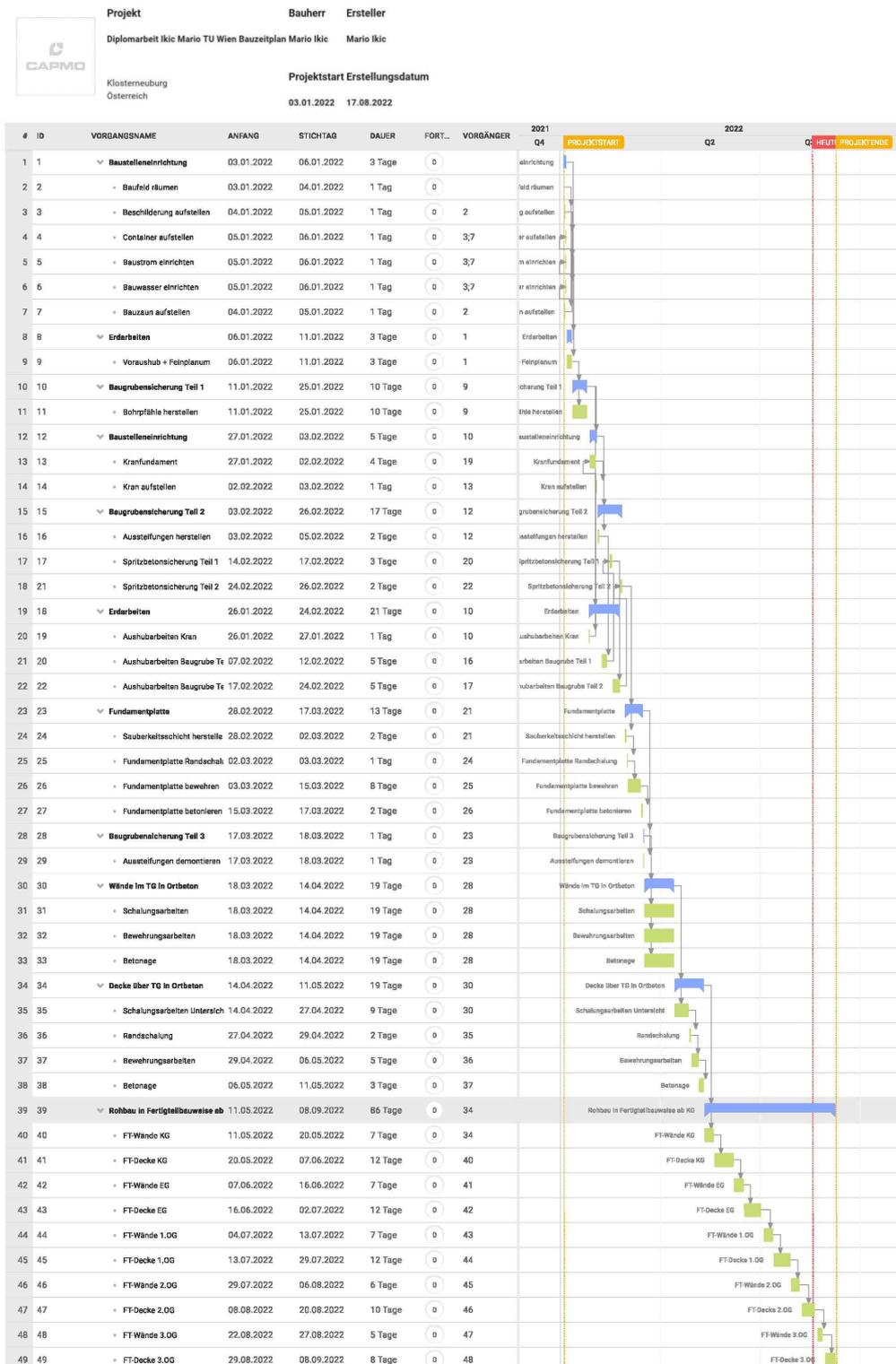


Abb. A.3: Darstellung des Bauzeitplan mittels Capmo

A.4 Bautagesbericht über Modocu

22.08.22, 11:43

Modocu

Projekt/Bauvorhaben:

110_0022

[Redacted]



Bautagesbericht Nr.: 2

Datum: 20.08.2022

Arbeitszeit von: 07:00 bis: 17:00

Datum: 20.08.2022

Datum: 20.08.2022

Wetter

☀️ Sonnig

Temperaturen

Minimum: 12 °C Maximum: 20 °C

Qualifikationen

Qualifikationen

Hilfsarbeiter

Anz.

2

Std.

10

Ges.

20

Arbeitsleistungen

Schalung

Schalung Fundamentplatte

Nachunternehmer:

keine

Regieleistungen

keine

Besonderes / Erschwernisse

keine

Prüfungen / Abnahmen

Geräte, Materialien und Sonstiges

lt. Bautagesbericht Nr.1

Die Eintragungen gelten auch ohne Unterschrift als vom Auftraggeber bestätigt, sofern nicht innerhalb von 14 Tagen nach möglicher Einsichtnahme ein Einspruch erfolgt.

Auftragnehmer [Redacted]

Auftraggeber

Erstellt mit: Modocu (<https://www.modocu.com>)

Abb. A.4: Musterbautagesbericht mittels Modocu erstellt

A.5 Bautagesbericht über Capmo

BAUTAGEBUCH Beispielprojekt Klosterneuburg, Österreich			
NR. 1			
BAUHERR Max Mustermann	ERSTELLER Mario Ikić	DATUM Montag, 15.08.2022, KW 33	
ANWESENHEIT 07:30 Uhr - 18:00 Uhr		WETTER Teilweise bewölkt. HT 32°C, TT 18°C, 57%, 17km/h S	
BESONDERE VORKOMMnisse			
Bewehrungsarbeiten für FUD-Platte abgeschlossen			
Kranausfall von 10-12h			
FIRMEN & BESETZUNG (1)			
FIRMA Beispielfirma		BELEGSCHAFT 4	
ANMERKUNGEN Bewehrungsarbeiten, Unterweisung unterschrieben v. Arbeitern			

Beispielprojekt | 17.08.2022 - 22:09

1

Abb. A.5: Musterbautagesbericht mittels Capmo erstellt